

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIDAD DE POSGRADO

**“DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE METALES PESADOS EN CINCO
ESPECIES VEGETALES EN BOLSAS FILTRANTES PARA INFUSIONES
EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA -2013”**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magister en Toxicología

AUTOR

Rodolfo Huguet Tapia

Lima – Perú

2014

A mis padres Rosa y Andrés que
les debo todo lo que soy. A
Ysabel. Al pequeño Nicolás Xavier
que puso en perspectiva todos
mis esfuerzos.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xiv
<i>SUMMARY</i>	xvi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación Problemática	2
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.2.1. Problema Principal.....	3
1.3. Justificación Teórica	3
1.4. Justificación Práctica	4
1.5. Objetivos de la Investigación	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos	5
1.6. Hipótesis.....	6
1.6.1. Hipótesis General.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Marco Filosófico Epistemológico de la Investigación.....	7
2.2. Antecedentes de la Investigación	10
2.3. Bases Teóricas	12
2.3.1. Hierbas Medicinales.....	12

2.3.2.	Arsénico	21
2.3.3.	Cadmio	24
2.3.4.	Níquel	27
2.3.5.	Manganeso	29
2.3.6.	Mercurio	32
2.3.7.	Plomo	35
CAPITULO III: METODOLOGÍA		39
3.1.	Limitaciones la Investigación	39
3.2.	Tipo y Nivel de Investigación.....	39
3.2.1.	Tipo de investigación.....	39
3.2.2.	Nivel de Investigación.....	40
3.3.	MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.3.1.	Método de la investigación	40
3.3.2.	Diseño de la investigación	40
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	41
3.4.1.	Instrumentos y Equipo:	43
3.4.2.	Reactivos y Materiales:.....	43
3.4.3.	Técnica Operatoria.....	44
3.5.	Cobertura de Estudio	45
3.5.1.	Universo	46
3.5.2.	Muestra	46
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		47

4.1.	Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados.....	47
4.2.	Pruebas de Hipótesis	48
4.3.	Presentación de resultados	49
	CONCLUSIONES	117
	RECOMENDACIONES.....	118
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
	ANEXOS.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: DETERMINACION CUANTITATIVA DE ARSÉNICO, CADMIO, MERCURIO, NÍQUEL, MANGANESO Y PLOMO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té” (<i>Camellia sinensis</i>), “manzanilla” (<i>Matricaria chamomilla</i> L.), “anis” (<i>Pimpinella anisum</i>), “hierba luisa” (<i>Cymbopogon citratus</i>), “té verde” (<i>Camellia sinensis</i>), EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA – 2013.....	55
Tabla 2: DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS VALORES DE ARSÉNICO, CADMIO, MERCURIO, MANGANESO, NÍQUEL Y PLOMO, EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “manzanilla”, anís, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA, 2013.....	57
Tabla 3: VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), FARMACOPEA EUROPEA Y EL CODEX ALIMENTARIUS.	64
Tabla 4: VALORES DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) Y LA FARMACOPEA EUROPEA.....	72
Tabla 5: VALORES DE ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALOR LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS.	78
Tabla 6: VALORES DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES DE LOS	

**LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS POR EL REGLAMENTO (CE)
2004/61 DE LA UNIÓN EUROPEA Y LA FARMACOPEA EUROPEA..... 82**

**Tabla 7: VALORES DE NÍQUEL ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS
FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”,
EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA..... 89**

**Tabla 8: VALORES DE MANGANESO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS
FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”,
EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA..... 91**

**Tabla 9 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS
NIVELES DE ARSÉNICO, CADMIO, NIQUEL, MANGANESO, MERCURIO
Y PLOMO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”,
“hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.
..... 116**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA	58
Figura 2: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA	59
Figura 3: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA	60
Figura 4: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE MANGANESO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA	61
Figura 5: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE NÍQUEL ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA	62
Figura 6: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA	63
Figura 7: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA OMS.....	66
Figura 8: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE CADMIO ESTABLECIDO POR LA OMS.....	67

Figura 9: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA FARMACOEPA EUROPEA..... 68

Figura 10: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE CADMIO ESTABLECIDO POR LA FARMACOEPA EUROPEA 69

Figura 11: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS..... 70

Figura 12: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE CADMIO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS..... 71

Figura 13: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA OMS..... 74

Figura 14: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE PLOMO ESTABLECIDO POR LA OMS..... 75

Figura 15: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA FARMACOEPA EUROPEA..... 76

Figura 16: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE PLOMO ESTABLECIDO POR LA FARMACOEPA EUROPEA. 77

Figura 17: COMPARACIÓN DE LOS VALORES ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS..... 80

Figura 18: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE ARSÉNICO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS..... 81

Figura 19: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO (CE) 2004/61 DE LA UNIÓN EUROPEA..... 85

Figura 20: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE MERCURIO ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO (CE) 2004/61 DE LA UNIÓN EUROPEA. 86

Figura 21: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA FARMACOEPA EUROPEA..... 87

Figura 22: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y

“té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE MERCURIO ESTABLECIDO POR LA FARMACOPEA EUROPEA..... 88

Figura 23. VALOR PROMEDIO DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) HALLADO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), FARMACOPEA EUROPEA Y EL CODEX ALIMENTARIUS. 94

Figura 24: VALOR PROMEDIO DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) HALLADO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) Y LA FARMACOPEA EUROPEA..... 95

Figura 25: VALOR PROMEDIO DE ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALOR DEL LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS..... 96

Figura 26: VALOR PROMEDIO DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES DE LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS POR EL REGLAMENTO (CE) 2004/61 DE LA UE Y LA FARMACOPEA EUROPEA..... 97

Figura 27: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y PLOMO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA..... 101

Figura 28: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y ARSÉNICO EN BOLSAS FILTRANTES DE

“té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.....	102
---	------------

Figura 29: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.....	103
---	------------

Figura 30 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y NÍQUEL EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.....	104
---	------------

Figura 31: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y MERCURIO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.....	105
--	------------

Figura 32: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE PLOMO Y MERCURIO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.....	106
--	------------

Figura 33: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE PLOMO Y ARSÉNICO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.....	107
--	------------

Figura 34: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE PLOMO Y NÍQUEL EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.....	108
---	------------

Figura 35: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE PLOMO Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.....	109
--	------------

Figura 36: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE MERCURIO Y ARSÉNICO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA... 110

Figura 37: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE MERCURIO Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA... 111

Figura 38: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE MERCURIO Y NÍQUEL EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA... 112

Figura 39: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE ARSÉNICO Y NÍQUEL EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA... 113

Figura 40: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE ARSÉNICO Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA... 114

Figura 41: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE NÍQUEL Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA... 115

RESUMEN

El hombre a lo largo de su historia ha recurrido a la botánica con las finalidades más diversas. Las plantas han sido utilizadas como fuente de alimentos para el ser humano y para sus animales; y como remedio terapéutico para combatir las más diversas patologías.^(1,2)

La presente tesis tiene por finalidad dar a conocer la presencia y las concentraciones de metales pesados: Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Arsénico (As), Níquel (Ni), Mercurio (Hg) y Manganeseo (Mn) en bolsas filtrantes de “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), y “té verde” (*Camellia sinensis*) expandidas en Lima Metropolitana.

Se realizó la toma de 36 muestras de todas las marcas de bolsas filtrantes de las infusiones de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa” y “té verde” expandidas en Lima Metropolitana; los análisis se realizaron mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica por horno de Grafito para el Plomo y Cadmio; con generación de hidruros para el Arsénico; con vapor frío para el Mercurio; y con flama para el Manganeseo y el Níquel.

Debido a que en la Normativa Peruana no se contempla un límite o valor máximo permitido para metales pesados como Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeseo, Mercurio y Arsénico en las hojas de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa”, y “té verde” se usaron los valores establecidos por Organizaciones Internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Reglamento de la Unión Europea y el Codex Alimentarius.⁽³⁻⁵⁾

De las treinta y seis muestras de bolsitas filtrantes analizadas, el valor máximo de Arsénico hallado fue 0,16 µg/g, mientras que el valor mínimo fue 0,01 µg/g, el valor promedio de Arsénico fue 0,06 µg/g. El valor máximo de Cadmio hallado fue 0,62 µg/g y el valor mínimo 0,11 µg/g; el valor promedio de Cadmio fue 0,28 µg/g.

El valor máximo de Plomo hallado fue 22,15 µg/g y el valor mínimo 1,85 µg/g; el valor promedio de Plomo fue 4,21 µg/g. Para el Níquel el valor máximo hallado fue 6,99 µg/g y el valor mínimo 0,11 µg/g; el valor promedio de Níquel fue 0,28 µg/g.

El valor máximo de Mercurio hallado fue 0,016 µg/g y el valor mínimo 0,003 µg/g; el valor medio hallado en la concentración de Mercurio fue 0,01 µg/g. Para el Manganese tenemos como valor máximo hallado fue 785,45 µg/g y el valor mínimo 210,57 µg/g; el valor promedio de Manganese fue 472,16 µg/g.

Palabras Clave: Metales pesados, Plomo, Cadmio, Arsénico, Níquel, Mercurio, Manganese, bolsas filtrantes.

SUMMARY

Man throughout history has used botany with most diverse purposes. Plants have been used as sources of food for humans and animals; and as a therapeutical remedy to combat various diseases. (1,2)

This thesis aims to raise awareness of the presence and concentrations of heavy metals: Lead (Pb), Cadmium (Cd), Arsenic (As), nickel (Ni), Mercury (Hg) and Manganese (Mn) in filter bags of "tea" (Camellia sinensis), "chamomile" (Matricaria chamomilla L.), "anise" (Pimpinella anisum), "lemongrass" (Cymbopogon citratus), and "green tea" (Camellia sinensis) expended in Metropolitan Lima.

Taking 36 samples of all brands of filter bags was conducted infusions of "tea", "chamomile", "anise", "lemongrass" and "green tea" expended in Metropolitan Lima; analyzes were performed using the method of atomic absorption spectrophotometry by graphite furnace for Lead and Cadmium; with Hydride Generator for Arsenic; with cold steam for Mercury and with flame for Manganese and Nickel.

Because in the Peruvian regulations limit or value is not contemplated maximum allowed for heavy metals like Lead, Cadmium, Nickel, Manganese, Mercury and Arsenic in the leaves of "tea", "chamomile", "anise" "Lemongrass" and "green tea" values set will be used by International organizations like the World Health Organization (WHO), the Regulation of the European Union and Codex Alimentarius. (3-5)

Of the thirty-six filter bags samples analyzed, the Arsenic value found was up to 0,16 $\mu\text{g/g}$, while the minimum value is 0,01 $\mu\text{g/g}$, the average value of arsenic was 0,06 $\mu\text{g/g}$. The maximum value of Cadmium found was 0,62 $\mu\text{g/g}$ and the minimum value was 0,11 $\mu\text{g/g}$; average value Cadmium was 0,28 $\mu\text{g/g}$.

Lead Maximum value found was 22,15 $\mu\text{g/g}$ and at least 1,85 $\mu\text{g/g}$; Lead average value was 4,21 $\mu\text{g/g}$. For maximum value Nickel found was 6,99 $\mu\text{g/g}$ and the minimum value of 0,11 $\mu\text{g/g}$; the average value of Nickel is 0,28 $\mu\text{g/g}$.

The maximum value of Mercury found was 0,016 $\mu\text{g/g}$ and the minimum value 0,003 $\mu\text{g/g}$; the average value found in the concentration of mercury was 0,01 $\mu\text{g/g}$. For Manganese, It found a maximum value that was 785,45 $\mu\text{g/g}$ and a minimum value of 210,57 $\mu\text{g/g}$; Manganese average value was 472,16 $\mu\text{g/g}$.

Keywords: *Heavy metals, Lead, Cadmium, Arsenic, Nickel, Mercury, Manganese, filter bags.*

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Las hojas de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa”, y “té verde” pueden ser una fuente de componentes minerales y oligoelementos o metales trazas, así como algunas sustancias indeseables debido a la exposición al medio ambiente, dentro de estas sustancias encontramos a los metales pesados como el Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico.

Tanto los metales pesados como los elementos trazas por encima de los límites permitidos o necesarios pueden afectar a la salud humana e incluso puede resultar perjudicial durante la gestación causando aborto y parto prematuro; así como retraso mental en los niños.⁽⁶⁾

Las hojas de “té” y otras hierbas son ampliamente consumidas en nuestra localidad principalmente en su forma de bebida o infusión, es así que resulta importante saber las concentraciones de metales que contienen y a las cuales se expone el público consumidor. Debido a que en la Normativa Peruana no se contempla un límite o valor máximo permitido para metales como el Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico en las hojas de “té”, y otras hierbas de consumo en infusión, se usarán los valores establecidos por Organizaciones Internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Reglamento de la Unión Europea, La Farmacopea Europea y el Codex Alimentarius para establecer una comparación. Así mismo se hará un estudio de correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

1.1. Situación Problemática

En el mercado local circula una gran cantidad de bolsas filtrantes de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa”, y “té verde”, donde el consumidor tiene la opción de escoger por el sabor, el aroma, la calidad del producto o el precio y también por las propiedades terapéuticas conocidas. En el Perú no existe una Norma Técnica Peruana (NTP) sobre la fabricación de infusiones en bolsas filtrantes por lo cual no se han establecido las cantidades máximas permitidas de metales pesados, en este sentido se propone realizar un estudio particular en Lima Metropolitana sobre la cantidad de Arsénico, Mercurio, Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso en bolsitas filtrantes de “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), y “té verde” (*Camellia sinensis*) de bolsas filtrantes que son expandidas en Lima Metropolitana cuyos resultados se podrán comparar con valores máximos establecidos por Organizaciones Internacionales con estándares oficiales.

Este estudio pretende en lo referente a la salud de la personas, tratar de despertar el interés de las autoridades competentes en la instauración de una Norma Técnica Peruana sobre límites máximos permitidos para metales pesados en bolsitas filtrantes para infusiones.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema Principal

Frente a lo expuesto, por la probable presencia de Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico en bolsitas filtrantes de “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), y “té verde” (*Camellia sinensis*) que se expenden en Lima Metropolitana, se ha considerado conveniente formular el siguiente problema de investigación. Concretando el interés de este estudio se plantea responder la siguiente pregunta:

¿Presentarán las bolsas filtrantes “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), y “té verde” (*Camellia sinensis*) expendidas en Lima Metropolitana concentraciones de Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico, que superen los valores establecidos según la OMS, el Reglamento de la Unión Europea, Farmacopea Europea y el Codex Alimentarius?

1.3. Justificación Teórica

Las hojas de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa”, y “té verde” son una fuente de componentes minerales, oligoelementos o metales trazas, pero también de algunas sustancias indeseables,

debido a la exposición al medio ambiente, dentro de estas sustancias encontramos a los metales pesados como Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico.

Los metales pesados y los elementos traza por encima de los límites permitidos o necesarios pueden afectar a la salud humana, causar enfermedades al feto humano, aborto y parto prematuro; así como retraso mental en los niños. ^(1, 2, 6)

Las hojas de “té” son ampliamente consumidas en nuestra localidad principalmente en su forma de bebida o infusión, es así que resulta importante saber las concentraciones de metales pesados que contienen y a las cuales se expone el público consumidor. Debido a que en la Normativa Peruana no se contempla un límite o valor máximo permitido para metales pesados como Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico en las hojas de “té” y otras infusiones se usarán los valores establecidos por Organizaciones Internacionales como la OMS, el Reglamento de la Unión Europea, y Codex Alimentarius. Así mismo se hará un estudio de correlación en cuanto a lo presencia de estos metales.

Resulta importante así conocer la concentración de metales pesados al cual se exponen los consumidores de sobres filtrantes de “té” y otras infusiones de hierbas en Lima Metropolitana.

1.4. Justificación Práctica

Debido a que no se cuenta en el Perú con Límites Máximos Permisibles para la concentración de metales pesados como el Cadmio, Plomo, Arsénico, Manganeso, Níquel y Mercurio en bolsas filtrantes de “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria*

chamomilla L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), y “té verde” (*Camellia sinensis*), es necesario que se determinen los valores reales de estas concentraciones para tenerlas como referencia ante una posibilidad de establecer posteriormente estos Límites Máximos Permisibles en la Norma Técnica Peruana, además será de mucha ayuda para facilitar la comparación de concentraciones de metales pesados en estudios futuros y de esta manera poder llevar un control de la variaciones.

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

“Determinar la presencia de Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico en bolsas filtrantes de “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), y “té verde” (*Camellia sinensis*) expandidas en Lima Metropolitana”.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico en “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), y “té verde”

(*Camellia sinensis*) de bolsas filtrantes expendidas en Lima Metropolitana

- Comparar los niveles de Plomo, Cadmio, Mercurio y Arsénico en las bolsas filtrantes de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana con los valores establecidos por la OMS, el reglamento de la Unión Europea, Farmacopea Europea y el Codex Alimentarius.
- Establecer una correlación en cuanto a la presencia de Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico en las bolsas filtrantes de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

El “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa”, “té verde” de bolsas filtrantes expendidas en Lima Metropolitana presentan niveles de Plomo, Cadmio, Mercurio y Arsénico superiores a los establecidos según la OMS, el Reglamento de la Unión Europea, La Farmacopea Europea y el Codex Alimentarius.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico Epistemológico de la Investigación

El consumo de infusiones de hojas de “té” y otras hierbas aromáticas y digestivas es parte de una costumbre milenaria que se ha expandido por el mundo, hasta el punto de convertirse en una bebida universal. Nació en China, y según cuentan los historiadores, es fruto de la casualidad. No se conoce con exactitud la fecha en la que se cultivó la primera planta de *Camellia sinensis*. Según la tradición China, el emperador *Shen Nung*, hace aproximadamente 4.000 años estaba calentando un recipiente con agua debajo de un árbol y cayeron algunas hojas de ese árbol en el agua, él bebió toda la olla, al hacerlo percibió un aroma agradable y se sintió renovado, por lo que decide promover su cultivo en el resto del imperio.

En principio es utilizado como tónico medicinal, pero su sabor empezó a conquistar los paladares. Llegó a la India y luego a Europa en el año 1497. A partir de ahí se ha expandido por todo el mundo, inclusive en algunos países beber una taza de “té” se ha convertido en toda una tradición.

El “té” llegó a Inglaterra en 1658 por intermedio de un comerciante, que la ofrecía como una bebida medicinal, y poco a poco fue ganando adeptos. Años después la realeza británica se dejó

contagiar por su refrescante sabor y pronto se hizo de gran popularidad. ⁽⁷⁾

En Rusia el “té” apareció en el siglo XVII, convirtiéndose en una de las bebidas más populares. Se sabe que los rusos adoptaron esta infusión a través de los mongoles; sin embargo, antes de ello ya habían creado el *samovar*, una especie de cafetera alta, de metal y dotada de una chimenea interior que servía para hacer infusiones. El aparato es considerado por muchos como el recipiente perfecto para lograr el mejor “té”. Como combustible sólido se coloca carbón, de modo que el agua permanece en estado de hervor constante.

Existen tres tipos principales de “té” que se obtienen recogiendo las hojas frescas de la planta, luego se dejan secar al sol o al aire caliente y posteriormente son molidas. Cuando las hojas son obtenidas frescas y no se hacen procesos de oxidación y fermentación se logra extraer “té verde”. Si se exponen por largo tiempo al sol y al aire después de haber sido maceradas, debido a la oxidación que se genera por la exposición al ambiente, se obtiene “té negro”. Por último, si se aplica una oxidación más corta que la del “té negro”, se puede extraer el “té” *Oolong*. ⁽⁷⁾

Al “té verde” se le han concedido múltiples beneficios curativos. Entre estos se encuentra la mejoría de la astenia, diarrea, bronquitis, asma, hiperlipidemias, celulitis, abscesos y para reducir de peso, entre otras posibles indicaciones; sin embargo, estas propiedades aún no cuentan con la evidencia científica necesaria ya que la mayoría son estudios in vitro y con animales, sin tener suficientes ensayos clínicos que soporten su uso en personas. Estos posibles beneficios han llevado a usos universales que por consiguiente su disponibilidad, su accesibilidad y su ingesta no vigilada cada vez es mayor, viéndose reflejado en que su consumo mundial solo es superado por el agua. ^(1, 2,7)

En nuestro país, las infusiones de hierbas populares se consumen desde hace siglos. Sin embargo el “té”, “la manzanilla” y las principales hierbas para infusión fueron traídos al nuevo mundo por los españoles. Con el tiempo en el Perú y en el mundo se fueron descubriendo y difundiendo las cualidades medicinales de las infusiones de “té” y otras hierbas como “la manzanilla” y el “anís”. Y en la actualidad se conoce sus propiedades relajantes, digestivas, adelgazantes, diuréticas, laxantes, etc.

El consumo de las infusiones se hizo mayor con el descubrimiento de las bolsitas filtrantes, invento del comerciante neoyorquino *Thomas Sullivan* y patentado por *Thomas Lipton* a principios del siglo XX, el “té” es la primera infusión que se empezó a comercializar en bolsitas filtrantes. Hasta convertirse en la forma de consumo más popular en muchos países, entre ellos los Estados Unidos (cerca del 70% del “té” se compra en bolsitas) y en el Perú, donde el 60 por ciento del consumo de “té” se hace en bolsitas filtrantes. ^(7- 9)

El 90 por ciento de peruanos consume filtrantes. Siendo el “té” y la “manzanilla” las opciones más populares en nuestro país. En nuestro país, la “manzanilla” es sin duda la más usada de las infusiones digestivas. Pero hay varias otras opciones que tienen también una gran acogida, como el “anís” o la “hierba luisa”, que estimulan el apetito y también mejoran las digestiones lentas. Junto a ellas, un producto que va ganando cada vez más protagonismo es el “té verde”, rica en sustancias antioxidantes, y con una concentración moderada de cafeína, también se le considera digestiva, ligeramente estimulante y reductora del apetito. Hoy, en nuestro país se utiliza más de 15 millones de dólares al año en la compra de filtrantes de todo tipo, y la mitad de ese total se gasta en Lima, donde en el caso del “té”, la “manzanilla” y el “anís”, las marcas con mayor aceptación son **“Herbi”**, de acuerdo a un estudio de Ipsos Apoyo, seguido de **McCollin’s, Hornimans, Zurit y Huyro.** ⁽¹⁰⁾

2.2. Antecedentes de la Investigación

En *Ghana* se realizó un estudio para investigar la magnitud de la contaminación por Cadmio presente en algunas hierbas y plantas medicinales disponibles en los mercados locales y también para comparar los resultados con los niveles recomendados por las Organizaciones Internacionales. Un total de 267 muestras de 18 plantas herbarias de varios mercados en *Ghana* fueron analizadas para evaluar la contaminación por metales pesados. El estudio mostró diferencias en las concentraciones por cada metal de acuerdo con las partes analizadas (hoja, fruto, raíz y tallo). Los resultados obtenidos mostraron el predominio de Cadmio en casi todas las partes analizadas de la planta. ⁽¹¹⁾

En una investigación en el año 2004 por Caldas E.D, *et al.*, titulada Cadmio, Plomo y Mercurio en hierbas medicinales en Brasil; se analizaron los niveles Plomo y Cadmio, luego de la digestión con ácido nítrico por espectrofotometría de absorción atómica en 10 plantas medicinales (120 muestras diferentes). Las concentraciones de Cadmio variaron entre 0,20 y 0,74 µg/g. Sólo en muestras de hojas, frutos y cortezas se detectaron niveles de contaminación con Plomo. Únicamente seis muestras excedieron los límites de Plomo recomendados por la OMS (10 µg/g) alcanzando en algunos casos hasta 1480 µg/g. ⁽¹²⁾

El efecto de la extracción de los metales pesados con agua hirviendo fue extensivamente estudiado por diversos investigadores. Un ejemplo de ello es el análisis de los niveles de Plomo y Cadmio en 120 muestras de 19 drogas vegetales en forma de infusión. El pasaje de los metales al agua de la infusión fue del 50 % en solo el 12% de las muestras analizadas para el Plomo y en el 8 % de las muestras analizadas para el Cadmio. La mayoría de las muestras de “té” (67% y 71 % de plomo y cadmio respectivamente) mostraron una

extracción de 25% o menos. Los valores de extracciones individuales mostraron un rango de 1% a 87% para el Plomo y un rango de pasaje de cadmio que variaba entre 1% y 68%. Esta amplitud en el rango pudo deberse a las diferentes formas de contaminación. Cuando una droga vegetal se encuentra contaminada en la superficie con sales inorgánicas es factible que grandes proporciones puedan disolverse en el agua caliente. Sin embargo, cuando las trazas se encuentran orgánicamente unidas a las células el pasaje al té es relativamente bajo. Otro ejemplo indicó una extracción incompleta con agua caliente. Este grupo de investigadores encontró que mientras la droga se hallaba fresca, el lavado de la planta podía remover entre el 15-30% de metales pesados contaminantes. En otras experiencias el grupo mostró que el pasaje de Plomo y Cadmio al solvente de extracción disminuía a medida que la polaridad del solvente decrecía (De Smet, *et al.*1996).⁽¹³⁾

En Arabia Saudita en el año 2003 Chan K., *et al.*, hizo una cuantificación de metales pesados en nueve marcas distintas de “té”. Los resultados tuvieron una alta variabilidad ($P < 0,01$). Los valores de la concentración de Manganeseo fluctuaron entre 390-900 $\mu\text{g/g}$, teniendo como valor promedio 645 $\mu\text{g/g}$, mientras que en el caso del Níquel los valores fluctuaron entre 326-1755 $\mu\text{g/g}$. Con respecto al Plomo y al Cadmio los valores detectados estuvieron por debajo de los límites máximos permitidos según la OMS.⁽¹⁴⁾

Un estudio realizado en Irán en el año 2010 por Salahinejad, *et al.*, determinó los contenidos metálicos de once muestras de “té negro”, cuatro cultivada en Irán y siete importadas; y sus respectivas infusiones. Se analizó Aluminio, Arsénico, Plomo, Cromo, Cadmio y Níquel así como elementos minerales esenciales como Hierro, Zinc, Cobre, Manganeseo, Calcio y Magnesio. Se analizaron mediante espectroscopia de plasma acoplado inductivamente de emisión atómica (ICP-AES). El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre la mayoría de los elementos determinados en el “té negro” como extracto seco y la infusión

respectiva. La solubilidad de los metales medidos en los extractos de infusión varió ampliamente de 0 a 59,3%. Entre los elementos estudiados, Cromo, Plomo y Cadmio presentaron las menores tasas de solubilidad y Níquel tuvo el índice más alto de solubilidad. Se estimó la cantidad de metales tóxicos y elementos minerales esenciales se puede consumir en la infusión de “té negro”.⁽¹⁵⁾

En el 2010 Gentscheva G.D., *et al.*, evaluaron el contenido de Manganeso, Hierro, Zinc, Níquel, Plomo, Cobalto y Cadmio en el extracto seco de flores de “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), y las hojas de “menta” (*Mentha piperita*). El contenido de los elementos metálicos en las hierbas secas investigadas mostro que el Hierro tenía la mayor concentración hallada y al Cadmio como la menor. Los extractos acuosos de las hierbas fueron analizados por Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama y por la generación de hidruro (HG) para su contenido de Manganeso, Zinc y Hierro. Se encontró que hasta el 90% de las concentraciones de los elementos esenciales Manganeso y Zinc se extrajeron en las infusiones acuosas, mientras que la extracción del Hierro no excedió de 17%.⁽¹⁶⁾

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Hierbas Medicinales

Las hierbas medicinales son usadas ampliamente a lo largo de todo el mundo. Alrededor del 70 - 80% de la población mundial sigue dependiendo de la medicina popular y alternativa, que

consiste principalmente en el uso de hierbas con propiedades curativas.

Las hierbas medicinales son susceptibles de ser contaminadas con abundantes metales. Las plantas medicinales que crecen en la naturaleza pueden acumular metales pesados en cierta medida en función de sus propiedades individuales y de la concentración de metales pesados en el suelo, el aire y el agua.

La mayoría de estas hierbas constan de rizomas, cortezas, hojas, frutas, semillas y otras partes vegetales. La mayor parte del material seco de las hierbas contiene hidratos de carbono y compuestos orgánicos que tienen diversos grupos funcionales. Algunas de estas hierbas contienen cantidades significativas de algunos metales traza. Estos metales traza en las plantas desempeñan un papel vital como estructural y funcional; componentes metálicos de las proteínas y enzimas en células vivas. La presencia de metales pesados en estas hierbas por contaminación externa puede ocasionar acumulación de estos metales en los órganos humanos debido a su consumo. Muchos de los elementos traza presentes en los alimentos son reportados como esenciales para el bienestar del hombre. Sin embargo, su ingestión en cantidad excesiva puede causar graves problemas de salud. (7, 17, 18)

Dentro del consumo de las hierbas medicinales, el “té” es una de las bebidas más consumidas en el mundo y es preparado a partir de las hojas del arbusto *Camellia sinensis*.

Desde la antigüedad el “té” se ha utilizado en infusión de sus hojas y actualmente es ampliamente utilizado en todo el mundo. Debido a los componentes químicos presentes en el, la infusión se utiliza con fines nutricionales y terapéuticos.

El “té” es la primera infusión que se empezó a comercializar en bolsitas filtrantes. El consumo de las infusiones se hizo masivo con el diseño de las bolsitas filtrantes, invento del comerciante neoyorquino *Thomas Sullivan*. Patentado por *Thomas Lipton* a principios del siglo XX, hasta convertirse en la forma de consumo más popular en muchos países, entre ellos Los Estados Unidos (cerca del 70% del “té” se compra en bolsitas) y en el Perú, donde el 60 por ciento del consumo de “té” se hace en bolsitas filtrantes. ^(6, 7,10)

Varios informes han analizado las potenciales implicaciones para la salud de los metales traza en el “té”, se sabe que se acumulan en el vegetal sobre todo desde el suelo. ^(17,18)

Sin embargo la presencia de elementos tóxicos tales como los metales pesados en las hierbas para infusión, que pueden surgir por contaminación del producto o por que el metal es parte de su formulación, es poco difundido y tomado en cuenta como potencial problema para la Salud Pública. En aquellos productos cuyo consumo o administración se realiza de forma continua cobra importancia determinar la posible presencia en su composición de sustancias o elementos de carácter tóxico para el organismo. Dentro de los contaminantes tóxicos prioritarios enumerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Registro Internacional de Sustancias Tóxicas (IRPTC), se encuentran los metales, y su interés se centra en el Arsénico, Cadmio, Plomo y Mercurio a causa de sus posibles efectos carcinogénicos para los seres humanos. ⁽¹⁹⁾

La inocuidad y la calidad de las materias primas vegetales y de los productos acabados dependen de factores intrínsecos (genéticos y metabólicos) o extrínsecos (medio ambiente, método de recolección, cultivo, cosechado, procesado pos cosecha, transporte y prácticas de almacenamiento). La contaminación por agentes microbianos y químicos durante

cualquiera de las etapas de producción también pueden comprometer la calidad y la inocuidad. Debido a estos problemas es necesario crear medidas que garanticen la calidad e inocuidad para asegurar una provisión continua, factible y sostenible de materias primas vegetales. En lo que a contaminación química se refiere se hizo necesario monitorear los niveles de metales tóxicos en hierbas medicinales, principalmente por dos razones: por un lado se ha incrementado la contaminación ambiental con metales tóxicos. Las fuentes de esta contaminación son variadas, desde las emisiones industriales y de tránsito hasta el uso de barros de purificación y desechos agrícolas, así como también desechos que contienen Cadmio, fungicidas orgánicos de mercurio e insecticidas con Plomo. Por otro lado las hierbas medicinales exóticas, particularmente de origen asiático, contienen niveles tóxicos comprobados de metales pesados. ⁽²⁰⁾

En la guía 2820/00 publicada en julio de 2001 por la Agencia Europea para la Evaluación de Medicamentos (EMA por *European Agency for the Evaluation of Medicinal Products*) se proveen métodos de análisis y criterios de aceptación para drogas vegetales. La monografía “Metales pesados en drogas vegetales y aceites grasos” de la Farmacopea Europea provee métodos analíticos para el examen de Plomo, Cadmio, Mercurio, Arsénico, Níquel, Cobre, Hierro y Zinc. La monografía “Fucus” de la Farmacopea Europea proporciona límites para metales pesados en drogas vegetales (10 mg/kg para plomo y 4,0 mg/ kg para cadmio) (Kabelitz y Sievers, 2004) ⁽²¹⁾

a) Manzanilla

Nombre científico: *Matricaria chamomilla* L

Nombre común: “manzanilla” / “camomilla”

La “manzanilla” es una hierba aromática anual de la familia de las compuestas que puede alcanzar hasta los 60 cm de altura. Crece en tierras cultivadas, en terrenos arenosos y baldíos.

Tiene tallos erectos y hojas divididas con lóbulos dentados. Las flores aparecen en capítulos de hasta 2.5 cm. de diámetro, con lígulas blancas que cuelgan a medida que maduran, con flósculos amarillos y pentalobulados en un receptáculo cónico.

➤ **Composición química.** Posee aceites esenciales generalmente de naturaleza terpénica. Estos aceites esenciales están constituidos por varias sustancias, entre las que se destacan el camazuleno y varios ácidos, como el tíglico y el ácido antémico. Dentro de la composición de la planta de “manzanilla” están presentes los taninos y flavonoides. La planta de manzanilla posee pequeñas concentraciones de vitamina C. En aquellas plantas que se encuentran florecidas, las concentraciones alcanzan porcentajes del 0,8%. La “manzanilla” también presenta dentro de su constitución sales minerales, siendo las que más destacan las de fósforo y calcio. Las sales minerales alcanzan una concentración del 8% dentro de esta planta.

➤ **Propiedades de la “manzanilla”.** La “manzanilla” tiene las siguientes propiedades:

- Digestiva.
- Carminativa.
- Hepática.
- Biliar.
- Antiespasmódica.

- Emenagógica.
- Antiinflamatoria.
- Antiséptica, antibacteriana, fungicida.
- Diurética.
- Colagógica.
- Sedante suave.

b) Anís

Nombre científico: *Pimpinella anisum*

Nombre común: “anís”/”anís verde” o “matalahúva”.

Plantea herbácea anual que forma matas de hasta 1 m de altura. Las hojas en la base son simples, de 2 a 5 cm de largo ligeramente lobuladas mientras que en la parte superior del tallo son pinnadas y más profundamente divididas. Las flores, de 3 mm, son blancas, pentapétalas y surgen en densas umbelas. El fruto es un esquizocarpio oblongo de 3 a 5 mm de largo con un fuerte olor característico.

- **Composición química.** Aceites esenciales (2-5%), rico en transatenol (75-90%), con estragol (metilcalvicol), furanocumarinas (umbeliferona), trazas de hidrocarburos, terpénicos y cetonas anísicas. Esteroles: estigmaterol, flavonoides, quercitrocido, isoorientina, vitexina, Glúsidos, colina, ácido málico, resina.
- **Propiedades medicinales.** Entre las principales destacan:

- Carminativa.
- Digestiva.
- Espasmolítico a nivel respiratorio y digestivo.
- Expectorante.
- Antiséptico.
- Fungicida.

c) Hierba luisa

Nombre científico: *Cymbopogon citratus*

Nombre común: “verbena de olor”, “hierba de la princesa”, “cedrón del Perú”.

Es una planta perenne, leñosa y que alcanza portes casi arbustivos de hasta 2 m de altura. Presenta un follaje abundante, con hojas enteras, lanceoladas y ligeramente ásperas, agrupadas en número de tres o cuatro alrededor de nudos que surgen del tallo, algunas pecioladas y otras no. Las hojas despiden un agradable olor que recuerda al limón.

Las flores son numerosas y muy pequeñas, de color violáceo, muy perfumadas, agrupadas en espigas ramificadas y largas.

➤ **Composición química.** Los componentes activos principales de su extracto, geraniol y citronelol, son antisépticos y le confieren propiedades fungistáticas e incluso bactericidas.

➤ **Propiedades Medicinales.** Entre las principales destacan:

- Carminativa.
- Antibacterial.
- Antihistamínica.
- Fungicida.
- Expectorante.
- Anticancerígena.
- Antiinflamatoria.
- Antiespasmódica.
- Hepatoprotectora.
- Antioxidante.
- Antiasmática.
- Antitusiva.
- Antitumoral.

d) Té verde

Nombre científico: *Camellia sinensis*.

Nombre común: "té verde".

Es un arbusto o árbol pequeño perenne que posee una fuerte raíz principal; el árbol normalmente se recorta para que no sobrepase los 2m cuando se cultiva por sus hojas para elaborar las infusiones de "té". Las hojas miden entre 4-15 cm de longitud y 2-5 cm de ancho. Las flores, de 5-7

pétalos e igual número de sépalos y numerosos estambres, son de color blanco-amarillentas; tienen entre 2-4 cm de diámetro. Las semillas, al prensarse, segregan un aceite, el «Aceite de Camelia» que no se debe confundir con el «Aceite del árbol de té» (*Melaleuca alternifolia*).

➤ **Composición química.** Las infusiones de “té verde” contienen aminoácidos entre sus componentes, los que más se destacan son la valina, arginina, e histidina. Además alcaloides como la cafeína. Gran variedad de ácidos, entre los que se destacan el ácido ascórbico (vitamina C), el cafeico, salicílico y el nicótico. Sales minerales, siendo las que se encuentran en mayor cantidad, el potasio, el fósforo y el magnesio. Alto contenido de polifenoles, principalmente del tipo catequinas. Además, el “té verde” tiene taninos, fibras y vitaminas, siendo las que se encuentran en mayor cantidad la vitamina B, C y E.

➤ **Propiedades Medicinales.** Entre las principales destacan:

- Complemento dietético debido a su alto contenido en xantinas (ej.: teína o cafeína) y polifenoles (ej.: catequinas)
- Disminución del colesterol y los triglicéridos, aumentando su excreción.
- Protección contra la arterioesclerosis.
- Disminución del riesgo cardiovascular.
- Disminución de la grasa corporal.
- Regulación del nivel de insulina en sangre. Coadyuvante para el tratamiento de la diabetes y Obesidad. (7, 8, 9, 22)

2.3.2. Arsénico

Es un metaloide que puede presentarse en tres estados alotrópicos: gris, negro y amarillo. El más estable es el gris, como una masa cristalina de aspecto metálico brillante y frágil. El estado negro es un polvo amorfo que a 360° C se convierte al estado gris. El arsénico amarillo es una forma cristalina metaestable que se oxida a temperatura ambiente por la acción del aire y revierte al estado gris por la acción de la luz. Los compuestos más utilizados en la industria son el anhídrido arsénico, arseniato de calcio, tricloruro de arsénico y los arsenitos. El arsénico no es soluble agua, pero sí en los ácidos minerales fuertes.

El arsénico se oxida fácilmente en presencia de humedad, recubriéndose de una capa de anhídrido arsenioso. Su combustión da también humos de anhídrido arsenioso, muy tóxicos. Reacciona con los halógenos, formando trihalogenuros; y con el azufre, formando los sulfuros de arsénico. Con las siguientes sustancias puede dar lugar a reacciones violentas; con riesgo de explosión o inflamación: con los cloratos, bromatos o iodatos de calcio, bario, magnesio, sodio, potasio y zinc; pentafluoruro de bromo, trifluoruro de bromo, azida de bromo, carburos de cesio y rubidio, cloro, flúor, trióxido de cromo, monóxido de cloro, trifluoruro de cloro, litio, ácido hipocloroso, tricloruro de nitrógeno, tribromuro de nitrógeno, nitrato potásico, permanganato potásico, nitrato de plata, peróxidos de sodio y potasio, etc.

- **Toxicodinamia.** Depende de la vía de exposición, la forma química y el estado de valencia del compuesto. El arsénico inorgánico es el responsable de la mayoría de los casos de intoxicación humana. El gas Arsina (AsH_3) es considerado

como el más potente en su forma tóxica considerado así por su gran poder hemolítico, sin embargo no alcanza niveles tóxicos en el ambiente.

En cuanto a las sales oxidadas sus componentes trivalentes son más tóxicos que los pentavalentes y su solubilidad está relacionada con su toxicidad.

- **Riesgo Toxicológico.** La exposición de arsénico inorgánico debido a dosis elevadas puede producirse como una mezcla de inhalación e ingestión o como resultado de accidentes en industrias en las que se manejan grandes cantidades de arsénico (por ejemplo, trióxido de arsénico), así como también por el consumo de cigarrillos. Dependiendo de la dosis, se pueden presentar diversos síntomas y, si esta es excesiva, puede resultar fatal. Se han observado síntomas de conjuntivitis, bronquitis y disnea; seguidos por molestias gastrointestinales y vómitos; y posteriormente síntomas cardíacos y *shock* irreversible con un curso temporal de horas.

A través de estudios realizados se sabe que el Arsénico presente en el humo de los cigarrillos es cancerígeno y al parecer su principal mecanismo es interferir en los procesos de reparación del ácido desoxirribonucleico (ADN).

- a) **Intoxicación Aguda.** Tras la ingestión de altas dosis el paciente comienza con cefalea, vértigos, debilidad, un cuadro de gastroenteritis muy grave, con dolor quemante en esófago, náuseas, vómitos y diarrea, acuosa o sanguinolenta muy abundante conteniendo fragmentos de mucosa (riciforme). Posteriormente la piel se torna fría y pegajosa, desciende la presión

arterial y la debilidad es marcada. La muerte ocurre por insuficiencia circulatoria. Las convulsiones y el coma son los signos terminales. Si la muerte no es inmediata, a las 24 horas hay una aparente mejoría tras la cual después de uno a tres días aparecen ictericia y oliguria o anuria por la instalación de insuficiencia hepática y renal. Si sobrevive a esta fase en la recuperación pueden aparecer las polineuropatías mixtas (especialmente en miembros inferiores), la neuritis óptica y los trastornos vestibulares. Las dosis cercanas a la letal causan inquietud, náusea, vómito, cefalea, vértigo, escalofrío, calambres, irritabilidad y parálisis variable, que pueden progresar en un período de varias semanas. Pueden ocurrir arritmias ventriculares. Tras la inhalación puede presentarse: dolor torácico, edema pulmonar agudo, inquietud, disnea, cianosis, tos con esputo espumoso y estertores. El gas Arsina causa quemadura y picazón de la cara y después de cuatro horas, opresión torácica, náusea, disfagia, vómito, diarrea y anormalidades electrocardiográficas. Luego pueden presentarse edema pulmonar, hemólisis masiva, cianosis, hemoglobinuria, insuficiencia renal y daño hepático. Pueden dilatarse el hígado y el bazo. En altas dosis causa rápidamente delirio, coma y muerte.

b) Intoxicación Crónica por inhalación o ingestión

- Sistema Nervioso Central: polineuritis mixtas que avanzan centrípetamente, neuritis óptica, anestesia y parestesia tales como dolores quemantes en pies y manos. Los trastornos psíquicos son muy constantes (depresión, demencia) pero difíciles de evaluar.

- Piel: bronceamiento, edema localizado, y dermatitis.
- Aparato Digestivo: cirrosis hepática, náuseas, vómitos, calambres abdominales, salivación y anorexia.
- Generales: anemia y pérdida de peso. Anemia aplásica. Debilidad.
- Sistema Cardiovascular y Riñones: nefritis crónica, insuficiencia cardíaca, edema de zonas declive. El arsénico y derivados son carcinógenos para la piel, pulmones, hígado y otros. ⁽²³⁻²⁸⁾

2.3.3. Cadmio

El Cadmio es un elemento que se encuentra en la naturaleza asociado a muchos minerales. Este elemento pertenece al grupo II B de la Tabla Periódica y se encuentra en el subgrupo que incluye también al zinc y al mercurio. Su número de valencia es 2. La solubilidad de las sales Cadmio en agua es muy variable, ya que los halogenuros, el sulfato y el nitrato son relativamente solubles mientras que el óxido, el hidróxido y el carbonato son prácticamente insolubles en agua.

El Cadmio tienen una presión de vapor elevada por lo que durante su refinación y fundición, se libera óxido de Cadmio, que constituye un peligro potencial para la salud.

➤ **Toxicocinética.** La vida media del Cadmio en el cuerpo humano es aproximadamente 15 a 30 años. El Cadmio entra al torrente sanguíneo por absorción a nivel del estómago o del intestino luego de la ingesta de agua o comida contaminada o por absorción a nivel de los

pulmones después de la inhalación. Usualmente llega a la sangre alrededor del 1 al 5% del Cadmio que es ingerido por la boca, mientras que se absorbe alrededor del 30 al 50% del que es inhalado.

Una vez absorbido el Cadmio es transportado hasta el hígado donde induce la síntesis de proteínas de bajo peso molecular ricas en azufre (metalotioneínas). La metalotioneína es el “medio de transporte” del Cadmio en el plasma sanguíneo. Es la responsable de su casi despreciable tasa de excreción y de la acumulación del metal en los tejidos.

La acumulación de Cadmio en riñón e hígado depende del tiempo de exposición y del estado óptimo de la función de excreción renal. En las células, el Cadmio se une a la metalotioneína, proteína cuyo peso molecular es 7 000 Dalton y que contiene 26 grupos sulfhidrilos (SH-) libres por molécula, debido a la gran proporción de residuos de cisteína. La función principal de esta microproteína es la protección del sistema enzimático celular, aunque se le ha descrito otra función, cual es la de unirse específicamente al Cadmio y a otros metales pesados.

Su síntesis en hígado, riñón e intestinos es inducida por el Cadmio y se conoce por estudios experimentales que el complejo Cadmio– metalotioneína es más tóxico para los túbulos renales. Paradójicamente, cuando la metalotioneína se sintetiza en las células, las protege de la toxicidad del Cadmio, pues inactiva el metal. Se ha demostrado también escasa capacidad del riñón para sintetizarla, lo que hace insuficiente para fijar el Cadmio y da lugar a aparición de las manifestaciones tóxicas.

Las principales vías de excreción del Cadmio son por la orina y las heces. Por la orina, diariamente se elimina 0,007% del contenido corporal y por heces 0,03%. La vida media de excreción urinaria es hasta 40 años. Tan sólo una pequeña fracción del Cadmio del compartimento sanguíneo y otra del hígado, a través de la vía biliar, se elimina por heces.

- **Toxicidad y Efectos sobre la Salud.** Según un estudio de *Nogawa et al.* (1989), la dosis mínima de Cadmio capaz de inducir efectos adversos para la salud humana es 2 mg. Esta cantidad varía mucho dependiendo de la fuente de intoxicación.

Entre las manifestaciones específicas, el Cadmio tiene efectos bien establecidos en los riñones, los huesos y los pulmones; se tiene menos evidencia de sus efectos neurotóxicos, teratogénicos o alteradores del sistema endocrino. Uno de los indicios más típicos y tempranos de la larga exposición al Cadmio es el daño que sufre la función renal. Con él, la reabsorción en los túbulos renales proximales está afectada y se manifiesta con una intensa proteinuria tubular, que puede resultar en una excreción de proteínas 10 veces superior a lo normal de proteínas totales, y hasta 1000 veces las de bajo peso molecular, como la beta-2 microglobulina.

Los pulmones también se consideran órganos críticos en la exposición al polvo de Cadmio. Se han publicado casos de neumonitis química con disnea, tos, expectoración, molestias torácicas y disfunción pulmonar. La exposición más alta podría causar edema pulmonar, lo que constituye una urgencia médica.

En cuanto a las manifestaciones gastrointestinales, la administración oral de 10 mg de Cadmio puede originar trastornos gastroduodenales con náusea y vómito como respuesta inmediata, aunque la dosis oral aguda con efectos mortales para un adulto es superior a 350 mg. Además, se han descrito alteraciones en las actividades enzimáticas del hígado. Apparently, el Cadmio no ejerce ninguna acción directa sobre la hematopoyesis; más bien parece tener efecto de interferencia en la absorción del hierro de los alimentos. Estos efectos se manifiestan principalmente por una disminución en la concentración de hemoglobina; sin embargo, estos efectos son reversibles. En un número limitado de estudios epidemiológicos, se han examinado las asociaciones entre el Cadmio y la aparición de otros cánceres dependientes de hormonas, como los de mama y endometrio. ⁽²⁷⁻³⁰⁾

2.3.4. Níquel

El Níquel es un elemento metálico de transición, maleable, dúctil, tenaz, magnético de color plateado. Cuyas valencias comúnmente son: 0,+1,+2,+3, raramente se encuentra con +4. Tiene una densidad de 8,9 g/cm³, un punto de fusión de 1453°C, y un punto de ebullición de 2732°C.

A temperatura ambiente es muy estable y resistente a la corrosión, lo que lo hace muy útil en las aleaciones con otros metales. Sin embargo se oxida más fácilmente que el Cromo. No es soluble en agua, pero muchas de sus sales son altamente solubles en ella. Se disuelve con facilidad en los ácidos minerales fuertes, pero también es algo soluble en los ácidos débiles, como el acético. Posee alta conductividad

eléctrica y térmica (ambas de aproximadamente el 15% de las de la Plata).

Forma dos series de compuestos derivados de los óxidos Niqueloso (NiO) y Niquélico (Ni_2O_3). El primero, solido gris, da sales de hermoso color verde. El Niquélico es negro, pierde oxígeno por la acción del calor y forma sales inestables.

- **Efectos del Níquel en la Salud.** El Níquel es un elemento que está presente en el ambiente sólo en muy pequeños niveles. Los humanos usan el Níquel para muchas aplicaciones diferentes. La aplicación más común del Níquel es el uso como ingrediente del acero y otros productos metálicos. Este puede ser encontrado en productos metálicos comunes como es la joyería.

Los alimentos naturalmente contienen pequeñas cantidades Níquel. El chocolate y las grasas son conocidos por contener altas cantidades. El Níquel es consumido cuando la gente come grandes cantidades de vegetales procedentes de suelos contaminados. Es conocido que las plantas acumulan Níquel. Los fumadores tienen un alto grado de exposición al Níquel a través de sus pulmones. Finalmente, el Níquel puede ser encontrado en detergentes. Los humanos pueden exponerse al Níquel al respirar el aire, beber agua, comer alimentos contaminados o fumar cigarrillos. El contacto de la piel con suelo contaminado por Níquel o agua puede también resultar en la exposición al Níquel. En pequeñas cantidades el Níquel es esencial, pero cuando es tomado en muy altas cantidades este puede ser peligroso para la salud humana.

La toma de altas cantidades Níquel tienen las siguientes consecuencias:

- Elevadas probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, laringe y próstata.
- Enfermedades y mareos después de la exposición al gas de Níquel.
- Embolia de pulmón.
- Fallos respiratorios.
- Defectos de nacimiento.
- Asma y bronquitis crónica.
- Reacciones alérgicas como son erupciones cutáneas, mayormente por uso de joyas con Níquel.
- Desordenes cardiacos. (31-33)

2.3.5. Manganese

Elemento químico de símbolo Mn, de número atómico 25 y peso atómico 54.938. Es un metal de transición del cuarto periodo de la Tabla Periódica de los elementos químicos; se encuentra entre el cromo y el hierro. Tiene propiedades en común con ambos metales. Aunque poco conocido o usado en su forma pura, reviste gran importancia práctica en la fabricación de acero.

El Manganese se oxida con facilidad en el aire para formar una capa castaña de óxido. También lo hace a temperaturas elevadas. Con respecto a esto último su comportamiento es más parecido a su vecino de mayor número atómico en la Tabla Periódica, el hierro, que al de menor número atómico, el cromo.

El Manganeseo es un metal bastante reactivo. Aunque el metal sólido reacciona lentamente, el polvo metálico reacciona con facilidad y en algunos casos muy vigorosamente. Cuando se calienta en presencia de aire u oxígeno, el Manganeseo en polvo forma un óxido rojo, el óxido manganeso (Mn_3O_4). Con agua a temperatura ambiente se forman hidrógeno e hidróxido de Manganeseo (II), $\text{Mn}(\text{OH})_2$. En el caso de ácidos, y a causa de que el Manganeseo es un metal reactivo, se libera hidrógeno y se forma una sal de Manganeseo (II). El Manganeseo reacciona a temperaturas elevadas con los halógenos, azufre, nitrógeno, carbono, silicio, fósforo y boro.

En sus muchos compuestos, presenta estados de oxidación de 1+ hasta de 7+. Los estados de oxidación más comunes son 2+, 4+ y 7+. Todos los compuestos, excepto los que contienen Manganeseo (II), son intensamente coloridos. Por ejemplo, el permanganato de potasio (KMnO_4), produce soluciones acuosas que son de color rojo púrpura; el manganato de potasio (K_2MnO_4) produce soluciones color verde intenso.

Los compuestos de Manganeseo tienen muchas aplicaciones en la industria. El dióxido de Manganeseo se usa como un agente desecante o catalizador en pinturas y barnices y como decolorante en la fabricación de vidrio y en pilas secas. El permanganato de potasio se emplea como blanqueador para decoloración de aceites y como un agente oxidante en química analítica y preparativa.

- **Efectos del Manganeseo sobre la salud.** El Manganeseo es un elemento muy común que puede ser encontrado en todas partes en la tierra. El Manganeseo es uno de los tres elementos traza tóxicos esenciales, lo cual significa que no es sólo necesario para la supervivencia de los humanos, sino que es también tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones en los humanos.

La toma de Manganeseo por los humanos mayoritariamente tiene lugar a través de la comida, como son las espinacas, el “té” y las hierbas. Las comidas que contienen las más altas concentraciones son los granos y arroz, las semillas de soja, huevos, frutos secos, aceite de oliva, frijoles y ostras. Después de ser absorbido en el cuerpo humano el Manganeseo será transportado a través de la sangre al hígado, los riñones, el páncreas y las glándulas endocrinas.

Los efectos del Manganeseo mayormente ocurren en el tracto respiratorio y el cerebro. Los síntomas por envenenamiento con Manganeseo son alucinaciones, olvidos y polineuritis. El Manganeseo puede causar Parkinson, embolia de los pulmones y bronquitis. Un síndrome que es causado por el Manganeseo tiene los siguientes síntomas: esquizofrenia, depresión, debilidad de músculos, dolor de cabeza e insomnio. No se ha establecido una ingesta diaria recomendada (RDA) para el manganeseo. Cuando no hay una RDA para un nutriente, se utiliza como guía la ingesta diaria adecuada (AI). La AI es la cantidad aproximada de un nutriente que es utilizada por un grupo de personas sanas y que se supone es la cantidad adecuada. La ingesta diaria adecuada (AI) de manganeseo es: para los recién nacidos y hasta los 6 meses, 3 µg; para los infantes de 7 a 12 meses, 600 µg; para los niños de 1 a 3 años, 1,2 mg; de 4 a 8 años 1,5 mg; para los niños de 9 a 13 años, 1,9 mg; para los varones de 14 a 18 años, 2,2 mg; para las niñas de 9 a 18 años, 1,6 mg; para los hombres de 19 años y mayores, 2,3 mg; para las mujeres mayores de 19 años, 1,8 mg; para las mujeres embarazadas de 14 a 50 años, 2 mg; para las mujeres amamantando 2,6 mg.

El nivel máximo de ingesta tolerable (UL) - el más alto nivel de consumo con el que no se esperan efectos secundarios no deseados - ha sido establecido para el manganeseo. Los

UL diarios de manganeso son: para niños de 1 a 3 años, 2 mg; de 4 a 8 años, 3 mg; de 9 a 13 años, 6 mg; de 14 a 18 años (incluyendo mujeres embarazadas y amamantando), 9 mg; para los adultos mayores de 19 más años (incluyendo las mujeres embarazadas y amamantando), 11 mg.

Porque el Manganeso es un elemento esencial para la salud de los humanos la falta de este puede también causar efectos sobre la salud, entre los que se puede mencionar:

- Aumento de peso
- Intolerancia a la glucosa
- Coágulos de sangre
- Problemas de la piel
- Bajos niveles colesterol
- Desorden del esqueleto
- Defectos de nacimiento
- Cambios en el color del pelo
- Síntomas neurológicos. ⁽³⁴⁻³⁸⁾

2.3.6. Mercurio

Elemento químico de símbolo Hg, número atómico 80 y peso atómico 200,59. Es un líquido blanco plateado a temperatura ambiente. Su punto de fusión es -38,83°C. Su punto de ebullición es 357°C a presión de 1 atmósfera. Es un metal noble, soluble únicamente en soluciones oxidantes. El mercurio sólido es tan suave como el Plomo. El metal y sus compuestos son muy tóxicos. El mercurio forma soluciones llamadas

amalgamas con algunos metales (por ejemplo, oro, plata, platino, uranio, cobre, plomo, sodio y potasio).

En sus compuestos, el mercurio se encuentra en los estados de oxidación 2+, 1+ y más bajos; por ejemplo, HgCl_2 , Hg_2Cl_2 o $\text{Hg}_3(\text{AsF}_6)_2$. A menudo los átomos de mercurio presentan dos enlaces covalentes; por ejemplo, Cl-Hg-Cl o Cl-Hg-Hg-Cl . Algunas sales de mercurio (II), por ejemplo, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ o $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$, son muy solubles en agua y por lo general están disociadas. Las soluciones acuosas de estas sales reaccionan con ácidos minerales fuertes a causa de la hidrólisis que ocurre. Otras sales de mercurio (II), como HgCl_2 o $\text{Hg}(\text{CN})_2$, también se disuelven en agua, pero en solución sólo están poco disociadas. Hay compuestos en que los átomos de mercurio están directamente enlazados a átomos de carbono o de nitrógeno; por ejemplo, $\text{H}_3\text{C-Hg-CH}_3$ o $\text{H}_3\text{C-CO-NH-Hg-NH-CO-CH}_3$. En complejos, como $\text{K}_2(\text{HgI}_4)$, a menudo tiene tres o cuatro enlaces.

El mercurio metálico se usa en interruptores eléctricos como material líquido de contacto, como fluido de trabajo en bombas de difusión en técnicas de vacío, en la fabricación de rectificadores con vapor de mercurio, termómetros, barómetros, tacómetros y termostatos y en la manufactura de lámparas de vapor de mercurio. Se utiliza en amalgamas de plata para empastes de dientes. Los electrodos normales de calomel son importantes en electroquímica; se usan como electrodos de referencia en la medición de potenciales, en titulaciones potenciométricas y en la celda normal de *Weston*.

El mercurio se encuentra comúnmente como sulfuro HgS , con frecuencia como rojo de cinabrio y menos abundante como metalcinabrio negro. Un mineral menos común es el cloruro de mercurio (I). A veces los minerales de mercurio contienen gotas pequeñas de mercurio metálico.

La tensión superficial de mercurio líquido es 484 dinas/cm², seis veces mayor que la del agua en contacto con el aire. Por consiguiente, el mercurio no puede mojar ninguna superficie con la cual esté en contacto. El mercurio metálico al contacto con el aire seco no se oxida, pero después de una larga exposición al aire húmedo, el metal se cubre con una película delgada de óxido. No se disuelve en ácido clorhídrico libre de aire o en ácido sulfúrico diluido, pero sí en ácidos oxidantes (ácido nítrico, ácido sulfúrico concentrado y agua regia).

- **Efectos del Mercurio sobre la salud.** El Mercurio es un elemento que puede ser encontrado de forma natural en el medio ambiente. Puede ser encontrado en forma de metal como sales de Mercurio o como Mercurio orgánico.

El Mercurio metálico es usado en una variedad de productos de las casas como barómetros, termómetros, bombillas fluorescentes. El Mercurio en estos mecanismos está atrapado y usualmente no causa ningún problema de salud. De cualquier manera, cuando un termómetro se rompe una exposición significativamente alta al Mercurio ocurre a través de la respiración, esto ocurrirá por un periodo de tiempo corto mientras este se evapora. Esto puede causar efectos perjudiciales, como daño a los nervios, al cerebro y riñones; irritación de los pulmones, irritación de los ojos, reacciones en la piel, vómitos y diarreas.

El Mercurio no es encontrado de forma natural en los alimentos, pero este puede aparecer en la comida así como ser expandido en las cadenas alimentarias por organismos que son consumidos por los humanos, por ejemplo a través de los peces. Las concentraciones de Mercurio en los peces usualmente exceden en gran medida las concentraciones en el agua donde viven. Los productos de la cría de ganado

pueden también contener eminentes cantidades de Mercurio. El Mercurio no es comúnmente encontrado en plantas, pero este puede entrar en el organismo humano a través de vegetales y otros cultivos cuando algunos rociadores que contienen Mercurio son aplicados en la agricultura.

El Mercurio tiene una cantidad de efectos tóxicos sobre los humanos, entre los principales tenemos los siguientes:

- Daño al sistema nervioso. Neurotoxicidad central y periférica
- Daño al Ácido Desoxirribonucleico (ADN) y cromosomas
- Reacciones alérgicas, irritación de la piel, cansancio, y dolor de cabeza
- Efectos negativos en la reproducción, daño en el esperma, defectos de nacimientos y abortos

El daño a las funciones del cerebro puede causar la degradación de la habilidad para aprender, cambios en la personalidad, temblores, cambios en la visión, sordera, incoordinación de músculos y pérdida de la memoria. Además es Toxicogenético y es conocido que causa mongolismo. ⁽³⁹⁻⁴³⁾

2.3.7. Plomo

El Plomo elemental es un metal pesado gris inodoro e insoluble en agua, altamente maleable, dúctil, relativamente pobre conductor de electricidad y resistente a la corrosión. Su punto de fusión es 327°C y su punto de ebullición es 1740°C. El

Plomo existe en los estados de valencia +2 y +4 y sus isótopos naturales son: 204, 206, 207 y 208.

Es un metal resistente a la acción del ácido sulfúrico, pero se disuelve fácilmente con ácido nítrico y en ácidos orgánicos dando lugar a sales solubles. El Plomo es un constituyente natural del suelo y del polvo, sus concentraciones normales en un suelo no contaminado están entre los 10 y los 50 µg/g (ppm), pero las actividades humanas pueden aumentar estos niveles 10 a 200 veces. El Plomo no cumple ningún papel en la fisiología humana.

- **Toxicocinética.** El Plomo puede ser inhalado y absorbido a través del sistema respiratorio o ingerido y absorbido por el tracto gastrointestinal; la absorción percutánea del Plomo inorgánico es mínima, pero el Plomo orgánico si se absorbe bien por esta vía. Después de la ingestión de Plomo, éste se absorbe activamente, dependiendo de la forma, tamaño, tránsito gastrointestinal, estado nutricional y la edad; hay mayor absorción de Plomo si la partícula es pequeña, si hay deficiencia de hierro y/o calcio, si hay gran ingesta de grasa o inadecuada ingesta de calorías, si el estómago está vacío y si se es niño, ya que en ellos la absorción de Plomo es 30 a 50% mientras que en el adulto es 10%. Luego de su absorción el Plomo se distribuye en compartimentos, en primer lugar circula en sangre unido a los glóbulos rojos, el 95% del Plomo está unido al eritrocito, luego se distribuye a los tejidos blandos como hígado, riñón, médula ósea y sistema nervioso central que son los órganos blanco de toxicidad, luego de 1 a 2 meses el Plomo difunde a los huesos donde es inerte y no tóxico. El metal puede movilizarse del hueso en situaciones como inmovilidad, embarazo, hipertiroidismo, medicaciones y edad avanzada. El Plomo cruza la placenta y la barrera hematoencefálica. Finalmente se excretará por orina en un 90%, y en menor

cantidad en la bilis, piel, cabello, uñas, sudor y leche materna. Hay que recordar que en el hueso está depositado el 90% del Plomo y que una disminución de la plumbemia sin quelación indica una distribución a tejido blando y hueso.

- **Toxicodinamia.** El Plomo tiene gran afinidad por los grupos sulfhidrilo, en especial por las enzimas dependientes de zinc. El mecanismo de acción es complejo; en primer lugar parece ser que el Plomo interfiere con el metabolismo del calcio, sobre todo cuando el metal está en concentraciones bajas, el Plomo altera al calcio de las siguientes formas: reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula.

Finalmente esta alteración a nivel del calcio traería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad. Por otro lado, el Plomo es tóxico para las enzimas dependientes del zinc, los órganos más sensibles a la toxicidad son el sistema hematopoyético, el sistema nervioso central y el riñón. Interfiere con la síntesis de la hemoglobina, ya que se une a los grupos sulfhidrilos de las metaloenzimas como son la aminolevulínico deshidratasa, coproporfirinógeno oxidasa y la ferroquelatasa; siendo el resultado final, el aumento de las protoporfirinas como la zinc-protoporfirina (ZPP) y la anemia.

A nivel renal interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa, hay inclusiones intranucleares en los túbulos renales, produce una tubulopatía, que en estadios más avanzados llega a atrofia tubular y fibrosis sin compromiso glomerular, caracterizándose por una proteinuria selectiva.

Varias funciones del sistema nervioso central están comprometidas, principalmente porque el Plomo altera en muchos pasos el metabolismo y función del calcio como explicamos previamente. El Plomo se acumula en el espacio endoneural de los nervios periféricos causando edema, aumento de la presión en dicho espacio y finalmente daño axonal.

- **Exposición por ingesta.** La principal vía de exposición al Plomo para la población en general (incluido los niños) es la ingesta, aunque la inhalación también contribuye a la carga corporal de Plomo y puede ser el principal contribuyente en el caso de los trabajadores.

En el caso de los niños, la pintura que contiene Plomo es la principal fuente de exposición al Plomo. Conforme se deteriora, se remueve o se descascara la pintura con Plomo (ej.: al hacer trabajos de renovación), o bien se pulveriza debido a la fricción (ej.: en los antepechos de ventanas, puertas y escalones), se puede contaminar el polvo y el suelo circundante. El Plomo puede entonces entrar al cuerpo por la vía mano-boca.

Para algunas poblaciones, la ingesta de comida, agua o alcohol contaminados con el metal puede ser significativa. Adicionalmente, el ingerir ciertos remedios caseros puede exponer a la gente al Plomo o a los compuestos de Plomo.

(44-51)

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Limitaciones la Investigación

- Limitación en los Recursos.- Falta de presupuesto para la culminación de la investigación.

3.2. Tipo y Nivel de Investigación

3.2.1. Tipo de investigación

- Descriptiva: Se conoce las situaciones, actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, objetos y procesos.
- Transversal: Las variables del estudio de la determinación de los metales Cadmio, Plomo, Arsénico, Níquel, Mercurio y Manganeso se medirán en un tiempo definido.

3.2.2. Nivel de Investigación

- Descriptiva: Se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad.
- Correlacional: Es aquel tipo de estudio que persigue medir el grado de relación existente entre dos o más conceptos o variables.

3.3. MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. Método de la investigación

Según el problema y los objetivos planteados el estudio realizado es de tipo investigación y análisis estadístico. Se tomarán muestras de todas las marcas de bolsas filtrantes “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), “té verde” (*Camellia sinensis*) que se expenden en Lima Metropolitana.

3.3.2. Diseño de la investigación

- Descriptivo – Correlacional: Debemos comparar con los valores establecidos según la OMS, el Reglamento de la Unión Europea, Farmacopea Europea y el Codex Alimentarius.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

La determinación de Cadmio, Plomo, Níquel y Manganeseo en muestras de bolsas filtrantes de “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), “té verde” (*Camellia sinensis*) expendidas en Lima Metropolitana fue realizada por Espectrofotometría de Absorción atómica con Horno de Grafito para el Plomo y Cadmio, mientras que la determinación de Arsénico fue con generación de hidruros; con vapor frio para el Mercurio y con flama para el Manganeseo y Níquel, en el Laboratorio CETOX (Centro Toxicológico).

- **Fundamento de Espectrofotómetro de Absorción atómica con Horno de Grafito.** El espectrómetro de absorción atómica por Horno grafito (GFAAS) permite trabajar con muestras de volumen muy reducido (inferior a 100 μ L) o directamente sobre muestras orgánicas líquidas. Por su elevada sensibilidad (niveles ppb), la técnica se aplica en la detección de metales como Cu, Cd, Pb, etc. en productos de alta complejidad, como por ejemplo fármacos, alimentos, productos industriales; y también en aguas de bebida y de acuíferos. (52-54)
- **Fundamento de Espectrometría de Absorción Atómica por Generación de Hidruros (FIAS).** La técnica de absorción atómica con generación de hidruros permite cuantificar en orden de ppb o ultratrazas a elementos como Arsénico, Mercurio, Estaño, Antimonio, Galio, Bismuto y Teluro, que tienen la propiedad de formar hidruros correspondientes. La muestra disuelta en ácido nítrico diluido se mezcla con un agente reductor, como una solución de zinc y ácido clorhídrico y cloruro de estaño o boro hidruro de sodio. Esta reacción produce Hidrógeno atómico que

reacciona con el Arsénico, Mercurio, Estaño, Antimonio, Galio, Bismuto y Teluro para formar hidruros volátiles. Los hidruros volátiles son arrastrados por un gas portador como el nitrógeno a unas celdas de cuarzo, que es calentada con una llama de aire-acetileno a una temperatura optimizada para producir la atomización del analito. Cuando los gases pasan a través del tubo calentado, ocurre una descomposición térmica, y se liberan los átomos del elemento. Al pasar la luz emitida por la lámpara a través del conjunto de átomos, la absorción crece a medida que estos se producen, llega a un máximo y cae al consumirse el analito y agotarse los átomos de la celda de absorción. Se puede registrar el máximo de la absorción, que corresponde a la altura de pico, o al área bajo la curva, para relacionarlas con la concentración del analito. ⁽⁵⁵⁻⁵⁷⁾

- **Fundamento de la Espectrofotometría de Absorción Atómica con vapor frío.** El mercurio es separado de la matriz por reducción química. El espectrómetro de alta sensibilidad lleva incorporada una lámpara de mercurio de alta intensidad y una celda de absorción larga lo que proporciona junto con el detector blindado a la luz excepcionales límites de detección. La muestra, en disolución, se mezcla con una corriente de cloruro de estaño (II) que reduce el mercurio presente a mercurio elemental. El vapor de mercurio generado se arrastra hasta la celda de medida con la ayuda de una corriente de Argon, y allí se determina el contenido en mercurio por espectrofotometría de absorción atómica sin llama (método del vapor frío) a 253,7 nm. La cuantificación se efectúa frente a una curva de concentraciones conocidas. ⁽⁵⁶⁾
- **Espectrofotometría de Absorción atómica con flama.** En un atomizador con llama la disolución de la muestra es nebulizada mediante un flujo de gas oxidante mezclado con el gas combustible y se transforma en una llama donde se produce la atomización. El primer paso es la desolvatación en el que se

evapora el disolvente hasta producir un aerosol molecular sólido finamente dividido. Luego, la disociación de la mayoría de estas moléculas produce un gas atómico. Como primer paso, naturalmente, es necesario obtener una disolución de la muestra, por ejemplo mediante fusión con peróxidos o por digestión ácida.

(52)

3.4.1. Instrumentos y Equipo:

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito Perkin Elmer Analyst 600, con FIAS (Generación de Hidruros), con vapor frío y con flama.
- Digestor Microondas Multiwave ECO
- Campana extractora Premier®
- Balanza eléctrica. Marca: Sartorio. Modelo: AX
- Destilador de agua. Marca ICSA. Modelo: YA.ZDI-10

3.4.2. Reactivos y Materiales:

- Agua ultra pura Tipo I, usada para la preparación de reactivos y limpieza de los materiales vidrio.
- Ácido nítrico ultra puro 65%
- Ácido clorhídrico ultra puro 37,6%
- Agua oxigenada ultra puro 30%
- Solución stock: 1000 mg/L de Pb como $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

- Solución stock: 1000 mg/L de Cd como Cd (NO₃)₂
- Solución stock: 1000 mg/L de As como As (NO₃)₅
- Solución stock: 1000 mg/L de Ni como Ni (NO₃)₂
- Solución stock: 1000 mg/L de Mn como Mn (NO₃)₂
- Solución stock: 1000 mg/L de Hg como Hg (NO₃)₂
- Solución modificante: Ácido Fosfórico 1%
- Hidróxido de Sodio grado USP
- Borohidruro de Sodio grado USP
- Ioduro de Potasio grado USP
- Fiolas Clase A de 25 y 100 ml
- Matraces 100mL Clase A
- Pipetas automáticas de 100 µL – 1000 µL
- Pipetas automáticas de 500 µL – 5000 µL
- Tips de 100 µL – 1000 µL
- Tips de 500 µL – 5000 µL

3.4.3. Técnica Operatoria

- **Preparación de la muestra.** Todo el material de vidrio utilizado en este análisis después de su lavado fue enjuagado con ácido nítrico y con agua ultrapura; y

finalmente secado en estufa. Se pesó en la balanza analítica 0,5 g de cada bolsita filtrante.

➤ **Determinación de Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Arsénico.**

- Para el Plomo se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 283,3 nm con Horno de grafito y tubo de grafito con plataforma de $L'vov$, con corrección de fondo con Deuterio.
- Para el Cadmio se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 228,8 nm con Horno de grafito y tubo de grafito con plataforma de $L'vov$, con corrección de fondo con Deuterio.
- Para el Níquel se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 232,0 nm por flama.
- Para el Manganeso se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 279,50 nm con Horno de grafito y tubo de grafito con plataforma de $L'vov$, con corrección de fondo con Deuterio.
- Para el Mercurio se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 253,7 nm por Generador de Hidruros.
- Para el Arsénico se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 193,7 nm por generador de hidruros.

3.5. Cobertura de Estudio

3.5.1. Universo

El universo de estudio está comprendido por todas las marcas de bolsas filtrantes de “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), “té verde” (*Camellia sinensis*) que son expendidas en Lima Metropolitana.

3.5.2. Muestra

Se consideró como tamaño de muestras de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa”, “té verde”; 36 bolsas filtrantes expendidas en Lima Metropolitana.

- **Criterios de inclusión.** Elección de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa”, “té verde” de bolsas filtrantes expendidas en Lima Metropolitana sin tomar en cuenta algunas características tales como la procedencia, el precio o la marca.
- **Criterios de exclusión.** Se excluyen el “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa”, “té verde” de bolsas filtrantes, donde el envase se encuentre envejecido o deteriorado.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos de la concentración de Arsénico, Cadmio, Mercurio, Níquel, Manganeso y Plomo en bolsas filtrantes de “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anís” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), y “té verde” (*Camellia sinensis*) fueron comparados con los valores de los límites máximos de los metales en estudio para bolsas filtrantes para infusión de la Organización Mundial de la Salud (OMS), Farmacopea Europea, el Codex Alimentarius y el Reglamento (CE) 2004/61 de la Unión Europea de Naciones.

Es importante mencionar que no hay hasta el momento valores máximos permitidos en bolsas filtrantes para infusiones de hierbas aromáticas para el Níquel, ni el Manganeso, para la Organización Mundial de la Salud (OMS), Farmacopea Europea, el Codex Alimentarius y el Reglamento (CE) 2004/61 de la Unión Europea de Naciones; ni ningún otro límite oficial.

Se determinaron tanto los valores máximos como los valores mínimos de la concentración de cada metal en las muestras, para

apreciar el grado de variabilidad que hay entre ellas. (Ver Tabla N° 1 y 2)

Luego se analizaron los datos para determinar la correlación entre los metales cuantificados, el grado de correlación se obtuvo aplicando el Coeficiente de Correlación de *Pearson* entre los valores obtenidos de Arsénico, Cadmio, Mercurio, Níquel, Manganeso y Plomo.

4.2. Pruebas de Hipótesis

En la Tabla N° 3 se muestran los valores hallados de Cadmio en las 36 muestras analizadas. En las figuras 7 y 8 se muestra que el 72% de las muestras analizadas no supera el límite máximo de Cadmio establecido por la OMS (0,3 µg/g). En las figuras 9 y 10 se muestra que el 86% de las muestras analizadas no supera el límite máximo de Cadmio dado por la Farmacopea Europea (0,5 µg/g). En las figuras 11 y 12 se muestra que el 69% de las muestras analizadas supera el valor máximo permitido para Cadmio establecido por el Codex Alimentarius (0,2 µg/g).

En la Tabla N° 4 se muestran los valores hallados de Plomo en las 36 muestras analizadas. En las Figuras 13 y 14 se muestra que el 67% de las muestras analizadas no supera el límite máximo de Plomo establecido por la OMS (10 µg/g) y en las Figuras 15 y 16 se muestra que el 14% no supera el límite máximo de Plomo dado por la Farmacopea Europea (5 µg/g).

En la Tabla N°5 se muestran los valores hallados de Arsénico en las 36 muestras analizadas. En las Figuras 17 y 18 se muestra que de las 36 muestras analizadas se determina que el 100% de las

muestras no sobrepasan el límite máximo de Arsénico establecido por el Codex Alimentarius ($0,2\mu\text{g/g}$).

En la Tabla N° 6 se muestran los valores halados de Mercurio para las 36 muestras analizadas. En las figuras 19 y 20 se muestra que el 100% de las muestras analizadas no supera el límite máximo de Mercurio establecido por el Reglamento (CE) 2004/61 de la UE ($0,02\mu\text{g/g}$); y en las Figuras 21 y 22 se muestra que el 100% no supera el límite máximo de Mercurio dado por la Farmacopea Europea ($0,1\mu\text{g/g}$).

Por lo tanto la Hipótesis General planteada en este trabajo de investigación no se da como probada. Sin embargo como se observa y se describe en los cuadros correspondientes, Varias de las muestras de bolsas filtrantes analizadas superan los límites máximos permitidos para Plomo y Cadmio según la Normativa Oficial tomada como referencia.

4.3. Presentación de resultados

La tabla N°1 nos da a conocer los valores obtenidos de Arsénico, Cadmio, Mercurio, Manganeso, Níquel y Plomo, en las bolsas filtrantes de “té”, “manzanilla”, “anís”, “hierba luisa” y “té verde”, expendidas en Lima Metropolitana, teniendo cinco marcas con las distintas variedades mencionadas.

En la Tabla N° 1. De las treinta y seis muestras de bolsitas filtrantes analizadas, el valor máximo de Arsénico hallado fue $0,16\mu\text{g/g}$, mientras que el valor mínimo fue $0,01\mu\text{g/g}$, el valor medio hallado en la concentración de Arsénico fue $0,06\mu\text{g/g}$, teniendo una varianza de

0,002. El valor máximo de Cadmio hallado fue 0,62 $\mu\text{g/g}$ y el valor mínimo 0,11 $\mu\text{g/g}$; el valor medio hallado en la concentración de Cadmio fue 0,28 $\mu\text{g/g}$, y la varianza 0,019. El valor máximo de Plomo hallado fue 22,15 $\mu\text{g/g}$ y el valor mínimo 1,85 $\mu\text{g/g}$; el valor medio hallado en la concentración de Plomo fue 4,21 $\mu\text{g/g}$, y la varianza 2,20. El valor máximo de Níquel hallado fue 6,99 $\mu\text{g/g}$ y el valor mínimo 0,11 $\mu\text{g/g}$; el valor medio hallado en la concentración de Níquel fue 0,28 $\mu\text{g/g}$, y la varianza 0,019. El valor máximo de Mercurio hallado fue 0,016 $\mu\text{g/g}$ y el valor mínimo 0,003 $\mu\text{g/g}$; el valor medio hallado en la concentración de Mercurio fue 0,01 $\mu\text{g/g}$. El valor máximo de Manganeso hallado es 785,45 $\mu\text{g/g}$ y el valor mínimo 210,57 $\mu\text{g/g}$; el valor medio hallado en la concentración de Manganeso fue 472,16 $\mu\text{g/g}$, y la varianza 19567,76.

En la Figura N°1: Este gráfico de líneas nos permite apreciar el grado de dispersión que hay entre los valores Cadmio encontrados en las bolsas filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, expandidas en Lima Metropolitana. Siendo el valor medio de la concentración de Cadmio 0,28 $\mu\text{g/g}$. Podemos observar el grado de dispersión en las concentraciones de Cadmio entre las muestras, siendo la Varianza de 0,02.

En la Figura N°2 : Este gráfico de líneas nos permite apreciar el grado de dispersión que hay entre los valores de Plomo encontrados en las bolsas filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, expandidas en Lima Metropolitana. Siendo el valor medio de la concentración de Plomo 9,66 $\mu\text{g/g}$. Podemos observar el grado de dispersión en las concentraciones Plomo entre las muestras, siendo la Varianza de 20,11.

En la Figura N°3 : Este gráfico de líneas nos permite apreciar el grado de dispersión que hay entre los valores de Arsénico encontrados en las bolsas filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, expandidas en Lima Metropolitana. Siendo el valor medio de la concentración de Arsénico 0,06 $\mu\text{g/g}$. Podemos observar el grado de

dispersión en las concentraciones Arsénico entre las muestras, siendo la Varianza de 0,001.

En la Figura N° 4: Este gráfico de líneas nos permite apreciar el grado de dispersión que hay entre los valores de Manganeso encontrados en las bolsas filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, expendidas en Lima Metropolitana. Siendo el valor medio de la concentración de Manganeso 472,16 $\mu\text{g/g}$. Podemos observar el grado de dispersión en las concentraciones de Manganeso entre las muestras, siendo la Varianza de 19567,8.

En la Figura N°5 : Este gráfico de líneas nos permite apreciar el grado de dispersión que hay entre los valores de Níquel encontrados en las bolsas filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, expendidas en Lima Metropolitana. Siendo el valor medio de la concentración de Níquel 4,21 $\mu\text{g/g}$. Podemos observar el grado de dispersión en las concentraciones Níquel entre las muestras, siendo la Varianza de 2,20.

En la Figura N°6 : Este gráfico de líneas nos permite apreciar el grado de dispersión que hay entre los valores de Mercurio encontrados en las bolsas filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, expendidas en Lima Metropolitana. Siendo el valor medio de la concentración de Mercurio 0,01 $\mu\text{g/g}$. Podemos observar el grado de dispersión en las concentraciones Mercurio entre las muestras, siendo la Varianza de 0,004.

En la figura N°7: Este gráfico de barras representa los valores hallados de Cadmio en $\mu\text{g/g}$, en comparación con el Límite máximo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se observa que diez muestras superan el límite establecido, cinco de estas pertenecen a la marca Herbi, tres pertenecen a la marca *Horniman's*, mientras que las marcas *Bells* y *Wawasana* superan levemente el límite.

En la Figura N°8: Este gráfico circular nos da a conocer el porcentaje total de muestras que superan el límite máximo de Cadmio establecido

por la OMS, siendo el 28% de las muestras, las que superan el valor de $0,3 \mu\text{g/g}$.

En la figura N°9: Este gráfico de barras representa los valores hallados de Cadmio en $\mu\text{g/g}$, en comparación con el Límite máximo establecido por la Farmacopea Europea, se observa que cinco muestras superan el límite establecido, estas cinco muestras pertenecen a la marca Herbi.

En la Figura N°10: Este gráfico circular nos da a conocer el porcentaje total de muestras que superan el límite máximo de Cadmio establecido por la Farmacopea Europea, siendo el 14% de las muestras las que superan el valor de $0,5 \mu\text{g/g}$.

En la figura N°11: Este gráfico de barras representa los valores hallados de Cadmio en $\mu\text{g/g}$, en comparación con el Límite máximo establecido por el Codex Alimentarius, se observa que 25 muestras superan el límite establecido, siendo la marca Herbi y la marca *Horniman* las que poseen los valores de Cadmio más elevados.

En la Figura N°12: Este gráfico circular nos da a conocer el porcentaje total de muestras que superan el límite máximo de Cadmio establecido por el Codex Alimentarius que es $0,2 \mu\text{g/g}$, siendo el 69% de las muestras las que superan este valor.

En la figura N°13: Este gráfico de barras representa los valores hallados de Plomo en $\mu\text{g/g}$, en comparación con el Límite máximo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se observa que doce muestras superan el límite establecido, siendo las muestras de las marcas Herbi, *Horniman* y *Tottus* las que poseen los valores de Plomo elevados.

En la Figura N°14: Este gráfico circular nos da a conocer el porcentaje total de muestras que superan el límite máximo de Plomo establecido por la OMS que es $10 \mu\text{g/g}$, siendo el 33% de las muestras las que superan este valor.

En la figura N°15: Este gráfico de barras representa los valores hallados de Plomo en $\mu\text{g/g}$, en comparación con el Límite máximo establecido por la Farmacopea Europea, se observa que treinta y un muestras superan el límite establecido.

En la Figura N°16: Este gráfico circular nos da a conocer el porcentaje total de muestras que superan el límite máximo de Plomo establecido por la Farmacopea Europea que es $5 \mu\text{g/g}$, siendo el 86% de las muestras las que superan este valor.

En la Figura N°17: Este gráfico de barras representa los valores hallados de Arsénico en $\mu\text{g/g}$, en comparación con el Límite máximo establecido por el Codex Alimentarius, se observa que todas las muestras tienen niveles Arsénico por debajo del límite máximo.

En la Figura N°18: Este gráfico circular nos da a conocer el porcentaje total de muestras que superan el límite máximo de Arsénico establecido por el Codex Alimentarius que es $0,2 \mu\text{g/g}$, se observa que el 100% tienen niveles Arsénico menores al límite establecido.

En la Figura N°19: Este gráfico de barras representa los valores hallados de Mercurio en $\mu\text{g/g}$, en comparación con el Límite máximo establecido por el Reglamento (CE) 2004/61 de la Unión Europea, se observa que todas las muestras tienen niveles Mercurio por debajo del límite máximo.

En la Figura N°20: Este gráfico circular nos da a conocer el porcentaje total de muestras que superan el límite máximo de Mercurio establecido por el Reglamento (CE) 2004/61 de la Unión Europea, que es $0,02 \mu\text{g/g}$, se observa que el 100% de las muestras tienen niveles de Mercurio menores al límite establecido.

En la Figura N°21: Este gráfico de barras representa los valores hallados de Mercurio en $\mu\text{g/g}$, en comparación con el Límite máximo establecido por la Farmacopea Europea, se observa que todas las

muestras tienen niveles de Mercurio por debajo del límite máximo establecido.

En la Figura N°22: Este gráfico circular nos da a conocer el porcentaje total de muestras que superan el límite máximo de Mercurio establecido por la Farmacopea Europea, que es 0,1 µg/g, se observa que el 100% de las muestras tienen niveles de Mercurio menores al límite establecido.

Tabla 1: DETERMINACION CUANTITATIVA DE ARSÉNICO, CADMIO, MERCURIO, NÍQUEL, MANGANESO Y PLOMO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té” (*Camellia sinensis*), “manzanilla” (*Matricaria chamomilla* L.), “anis” (*Pimpinella anisum*), “hierba luisa” (*Cymbopogon citratus*), “té verde” (*Camellia sinensis*), EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA – 2013.

Nro, Muestra	Marca	Variedad	Arsénico (µg/g)	Cadmio (µg/g)	Mercurio (µg/g)	Manganes o (µg/g)	Níquel (µg/g)	Plomo (µg/g)
1	Herbi	“té”, Canela y clavo	0,16	0,59	0,009	458,22	2,23	16,35
2	Herbi	Relax “té” (“hierba luisa”, “manzanilla”)	0,11	0,62	0,008	368,15	1,98	14,75
3	Herbi	“manzanilla”	0,14	0,54	0,011	458,35	2,65	15,66
4	Herbi	“anis”	0,08	0,57	0,013	598,33	2,74	22,15
5	Herbi	“hierba luisa”	0,05	0,61	0,005	254,84	4,65	19,55
6	McColins	“té” puro	0,13	0,25	0,003	698,28	3,97	11,32
7	McColins	“manzanilla”	0,07	0,19	0,003	214,56	3,59	9,66
8	Bell’s	“hierba luisa”	0,03	0,23	0,003	329,47	3,87	8,59
9	Bell’s	“té”, “canela” y “clavo”	0,02	0,31	0,003	210,57	5,01	4,59
10	Lipton	“té negro”,	0,01	0,19	0,003	378,41	6,22	7,59
11	Lipton	“té verde”	0,02	0,11	0,003	398,25	5,84	8,12
12	Lipton	“té negro”	0,04	0,18	0,003	452,78	5,12	6,66
13	Lipton	“manzanilla”	0,06	0,29	0,003	698,23	6,08	8,48
14	Del Valle	“anis”	0,01	0,18	0,003	365,48	2,03	6,33
15	Del Valle	“té” Puro	0,02	0,16	0,003	785,45	1,99	4,59
16	Tottus	“té” Puro	0,01	0,21	0,003	457,65	1,85	3,84
17	Tottus	“hierba luisa”	0,03	0,11	0,003	289,33	2,06	4,26

Nro, Muestra	Marca	Variedad	Arsénico (µg/g)	Cadmio (µg/g)	Mercurio (µg/g)	Manganeso (µg/g)	Níquel (µg/g)	Plomo (µg/g)
18	Tottus	"té", "canela" y "clavo"	0,01	0,19	0,008	658,45	2,89	11,33
19	Tottus	"anís"	0,04	0,29	0,006	548,77	3,08	13,58
20	Tottus	"té verde"	0,03	0,22	0,011	501,87	3,65	8,95
21	Hornimans	"hierba luisa"	0,02	0,23	0,012	499,87	3,45	9,11
22	Hornimans	"té" puro	0,03	0,31	0,016	366,58	5,66	12,58
23	Hornimans	"manzanilla"	0,09	0,29	0,014	425,87	6,18	11,59
24	Hornimans	"té negro"	0,05	0,38	0,009	669,57	5,75	14,25
25	Hornimans	"té verde"	0,06	0,41	0,015	425,47	4,09	13,87
26	Hornimans	"té" limón	0,07	0,29	0,003	369,54	5,73	6,87
27	Hornimans	"anís"	0,11	0,22	0,003	487,54	4,89	5,98
28	Hornimans	Infu-Línea ("manzanilla", "sen")	0,05	0,19	0,003	398,68	5,26	5,77
29	Wawasana	Mujer ("manzanilla", "anís", "malva", "canela")	0,08	0,17	0,003	425,59	3,59	6,98
30	Wawasana	Digestivo ("manzanilla", "anís", "cedrón")	0,09	0,21	0,003	475,26	3,87	4,59
31	Wawasana	Relax ("hierba luisa")	0,11	0,24	0,003	548,67	3,99	5,56
32	Wawasana	Laxante ("anís", "manzanilla", "sen", "borraja")	0,09	0,22	0,003	598,66	4,28	6,01
33	Wawasana	"anís"	0,08	0,19	0,003	635,54	3,99	6,18
34	Wawasana	"té", "canela" y "clavo"	0,04	0,31	0,011	524,69	6,99	9,67
35	Wawasana	"té verde"	0,05	0,29	0,009	569,46	5,87	8,79
36	Wawasana	"manzanilla"	0,04	0,25	0,013	451,35	6,24	8,47

Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. "CETOX".

Tabla 2: DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS VALORES DE ARSÉNICO, CADMIO, MERCURIO, MANGANESO, NÍQUEL Y PLOMO, EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “manzanilla”, anís, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA, 2013

DATO ESTADÍSTICO		VARIABLES					
		Valor de Arsénico (n=36)	Valor de Cadmio (n=36)	Valor de Mercurio (n=36)	Valor de Manganeso (n=36)	Valor de Níquel (n=36)	Valor de Plomo (n=36)
Parámetros de Centralización	Mediana	0,05	0,23	0,003	458,22	3,99	8,69
	Promedio (Media aritmética)	0,06	0,28	0,01	472,16	4,21	9,66
	Moda	0,05	0,19	0,003	-	3,59	4,59
Parámetros de Dispersión	Rango	0,15	0,51	0,013	574,88	5,14	18,31
	Varianza	0,002	0,019	0,004	19567,76	2,20	20,11
	Desviación Estándar	0,04	0,14	0,004	139,88	1,48	4,48
Valor Máximo		0,16	0,62	0,016	785,45	6,99	22,15
Valor Mínimo		0,01	0,11	0,003	210,57	1,85	3,84

Fuente: Propia. Septiembre 2013.

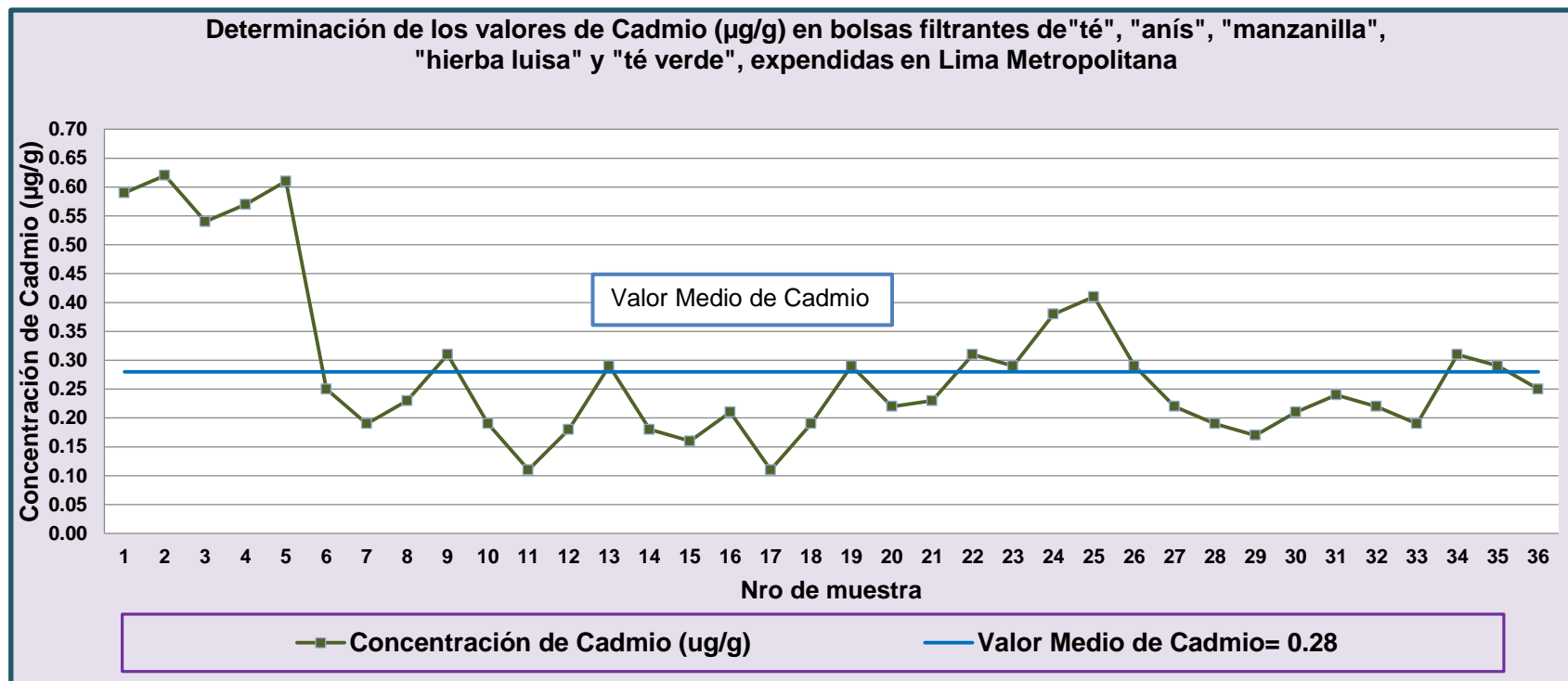


Figura 1: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE "té", "anís", "manzanilla", "hierba luisa" Y "té verde", EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. "CETOX".

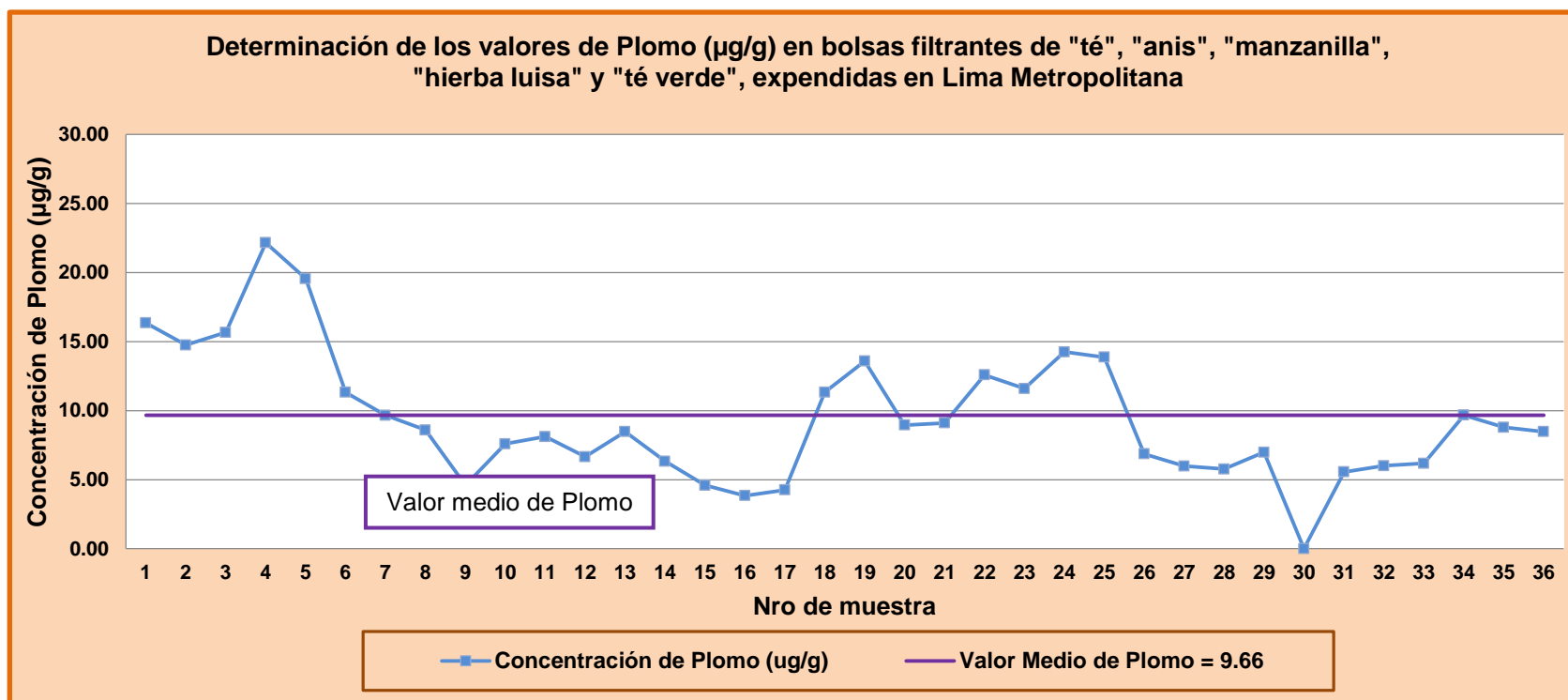


Figura 2: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

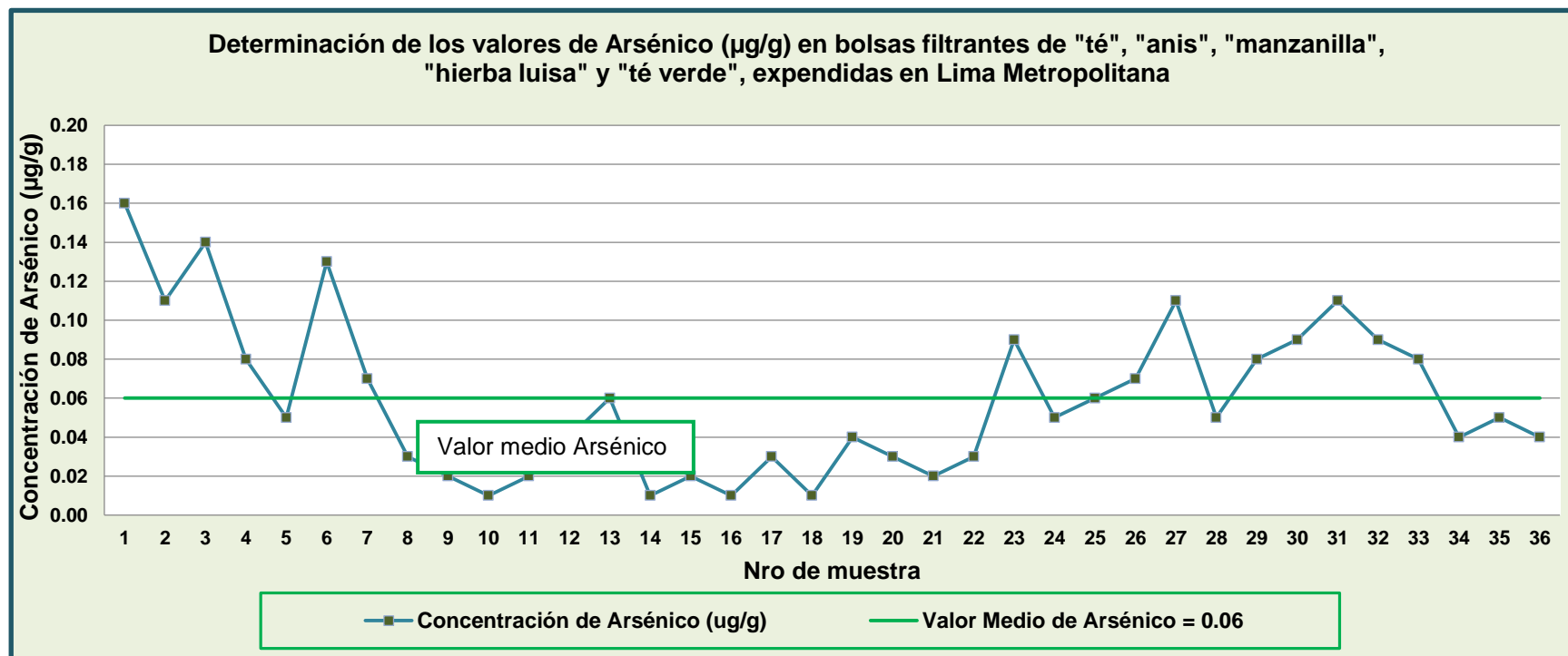


Figura 3: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

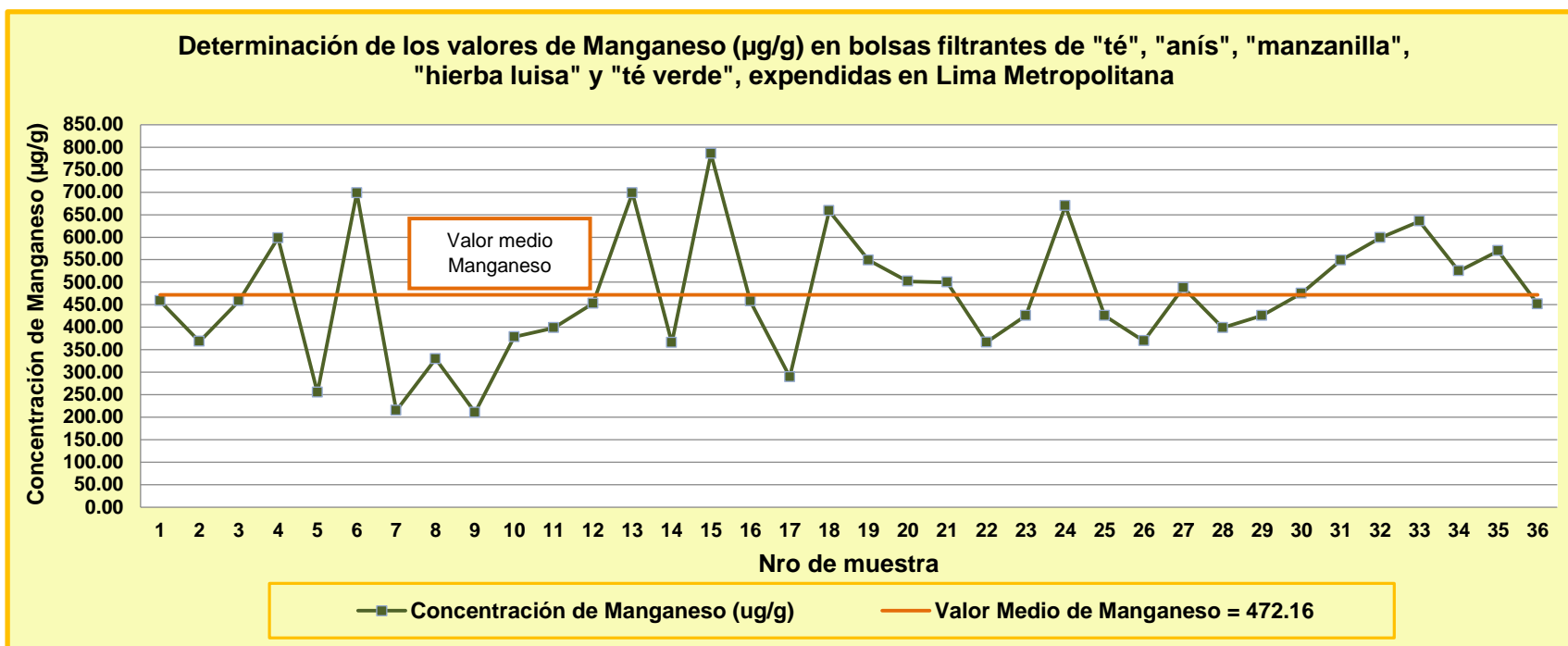


Figura 4: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE MANGANESO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

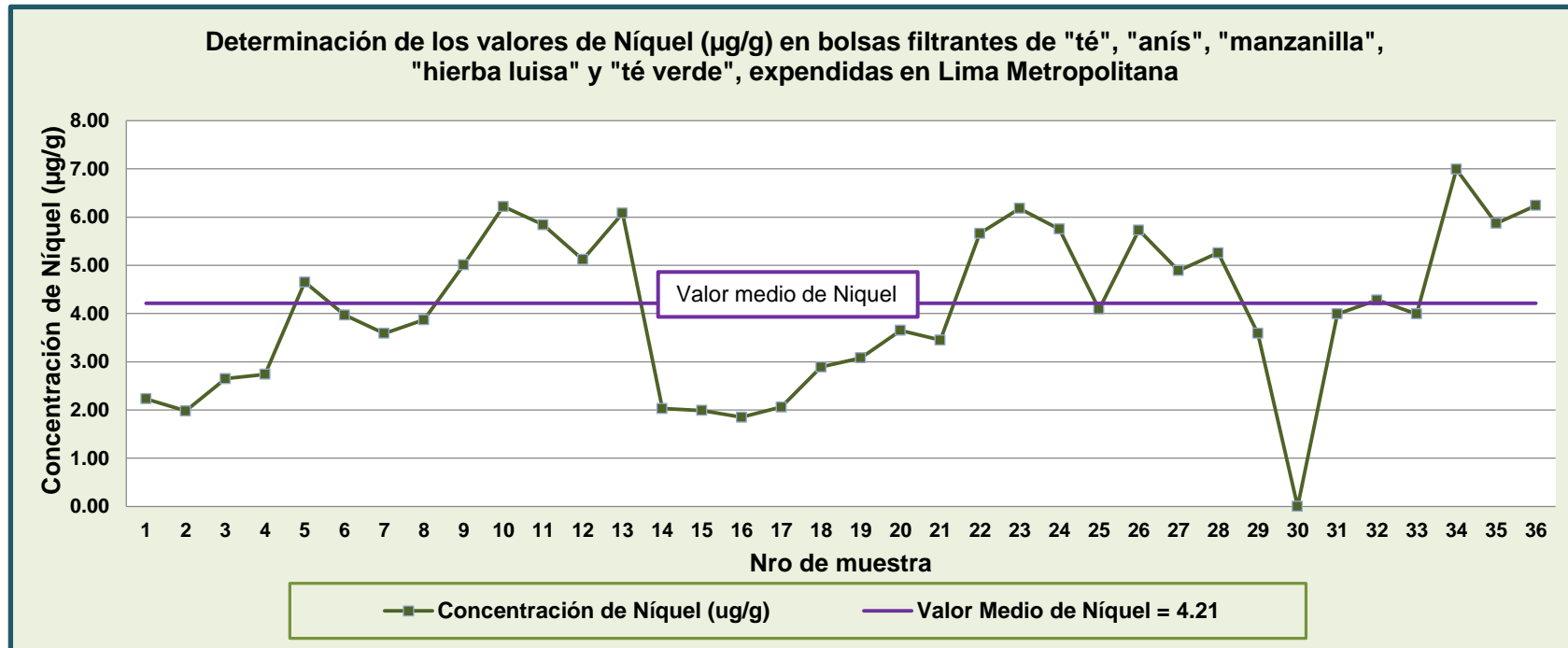


Figura 5: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE NÍQUEL ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

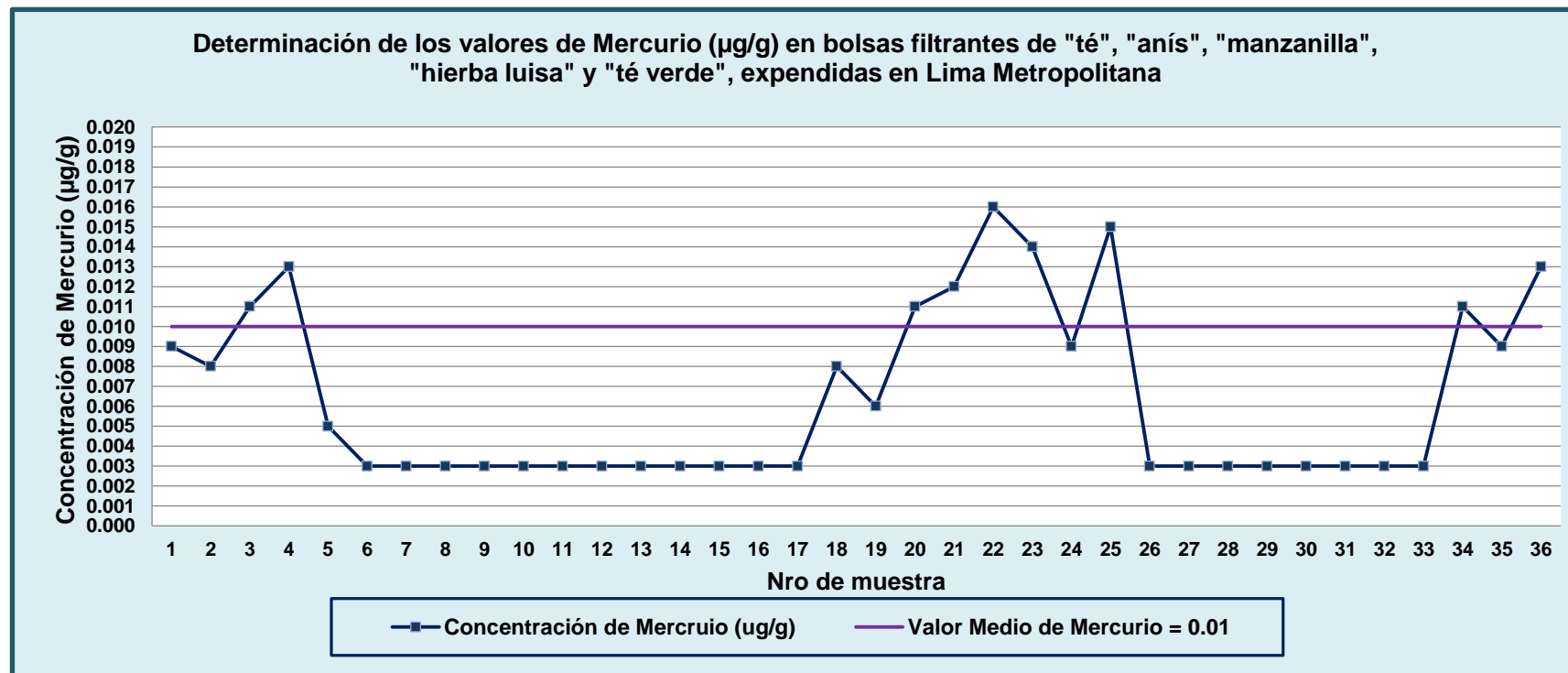


Figura 6: DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

Tabla 3: VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), FARMACOPEA EUROPEA Y EL CODEX ALIMENTARIUS.

N°	MARCA	VARIEDAD	Valor de Cadmio ($\mu\text{g/g}$)	*LÍMITE MÁXIMO DE CADMIO		
				OMS ($\mu\text{g/g}$)	Farmacopea Europea ($\mu\text{g/g}$)	Codex Alimentarius ($\mu\text{g/g}$)
1	Herbi	“té”, “canela” y “clavo”	0,59	0,3	0,5	0,2
2	Herbi	Relax “té” (“hierba Luisa”, “manzanilla”)	0,62	0,3	0,5	0,2
3	Herbi	“manzanilla”	0,54	0,3	0,5	0,2
4	Herbi	“anís”	0,57	0,3	0,5	0,2
5	Herbi	“hierba luisa”	0,61	0,3	0,5	0,2
6	McColins	“té” Puro	0,25	0,3	0,5	0,2
7	McColins	“manzanilla”	0,19	0,3	0,5	0,2
8	Bell’s	“hierba luisa”	0,23	0,3	0,5	0,2
9	Bell’s	“té”, “canela” y “clavo”	0,31	0,3	0,5	0,2
10	Lipton	“té” negro con cuerpo	0,19	0,3	0,5	0,2
11	Lipton	“té verde”	0,11	0,3	0,5	0,2
12	Lipton	“té” negro	0,18	0,3	0,5	0,2
13	Lipton	“manzanilla”	0,29	0,3	0,5	0,2
14	Del Valle	“anís”	0,18	0,3	0,5	0,2
15	Del Valle	“té” puro	0,16	0,3	0,5	0,2
16	Tottus	“té” puro	0,21	0,3	0,5	0,2
17	Tottus	“hierba luisa”	0,11	0,3	0,5	0,2
18	Tottus	“té”, “canela” y “clavo”	0,19	0,3	0,5	0,2
19	Tottus	“anís”	0,29	0,3	0,5	0,2
20	Tottus	“té verde”	0,22	0,3	0,5	0,2
21	Hornimans	“hierba luisa”	0,23	0,3	0,5	0,2
22	Hornimans	“té” puro	0,31	0,3	0,5	0,2
23	Hornimans	“manzanilla”	0,29	0,3	0,5	0,2
24	Hornimans	“té” negro	0,38	0,3	0,5	0,2
25	Hornimans	“té verde”	0,41	0,3	0,5	0,2
26	Hornimas	té limón	0,29	0,3	0,5	0,2

N°	MARCA	VARIEDAD	Valor de Cadmio (µg/g)	*LÍMITE MÁXIMO DE CADMIO		
				OMS (µg/g)	Farmacopea Europea (µg/g)	Codex alimentarius (µg/g)
27	Hornimans	“anís”	0,22	0,3	0,5	0,2
28	Hornimans	Infu-Línea (“manzanilla”, “sen”)	0,19	0,3	0,5	0,2
29	Wawasana	Mujer (“manzanilla” “anís”, malva, “canela”)	0,17	0,3	0,5	0,2
30	Wawasana	Digestivo (“manzanilla”, “anís”, cedrón),	0,21	0,3	0,5	0,2
31	Wawasana	Relax (“hierba luisa”)	0,24	0,3	0,5	0,2
32	Wawasana	Laxante (“anís”, “manzanilla”, “sen”, “borraja”)	0,22	0,3	0,5	0,2
33	Wawasana	“anís”	0,19	0,3	0,5	0,2
34	Wawasana	“té”, “canela” y “clavo”	0,31	0,3	0,5	0,2
35	Wawasana	“té verde”	0,29	0,3	0,5	0,2
36	Wawasana	“manzanilla”	0,25	0,3	0,5	0,2

*No existen Límites Máximos de Cadmio en bolsas filtrantes para infusiones de hierbas en el Reglamento (CE) 2004/61 de la Unión Europea de Naciones

Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

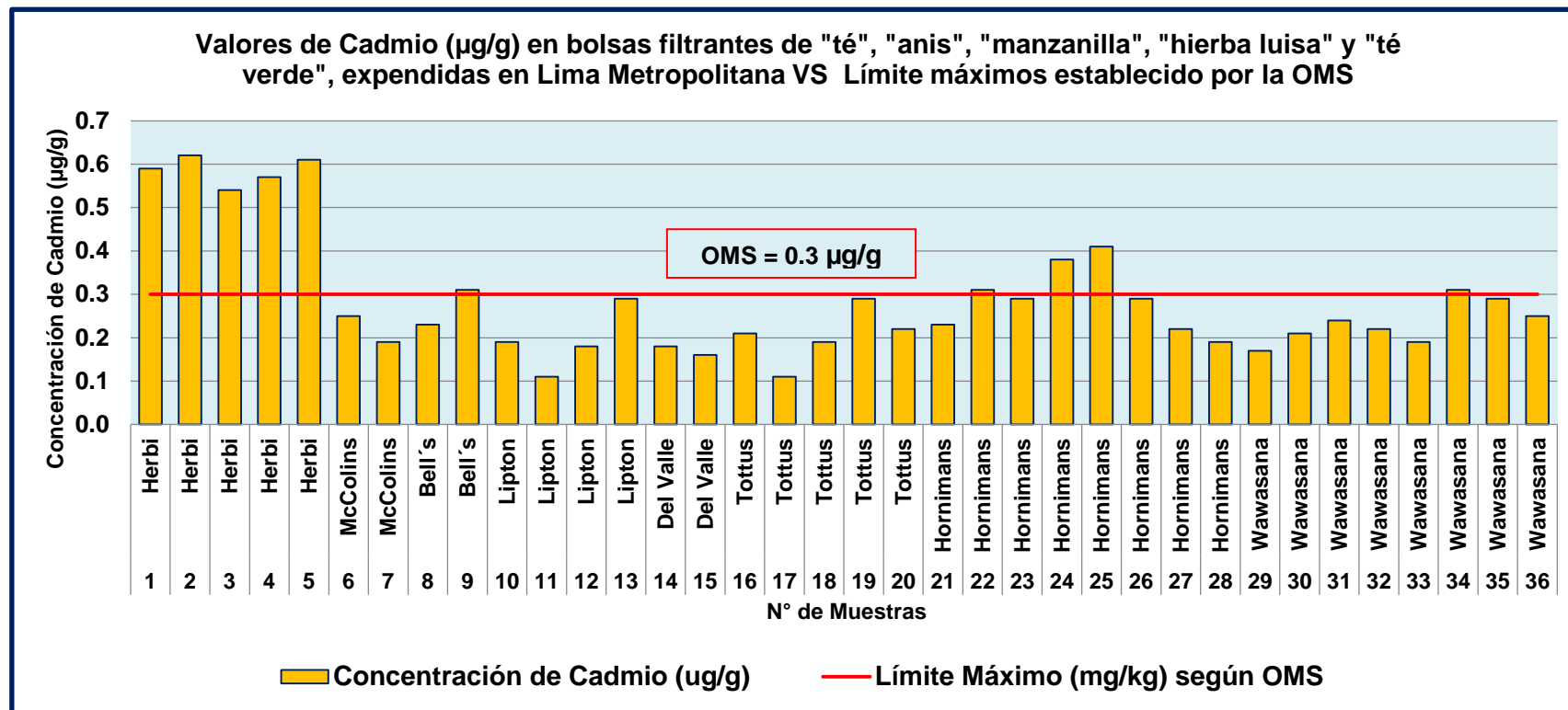


Figura 7: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA OMS.

* $\text{mg/kg} = \mu\text{g/g}$

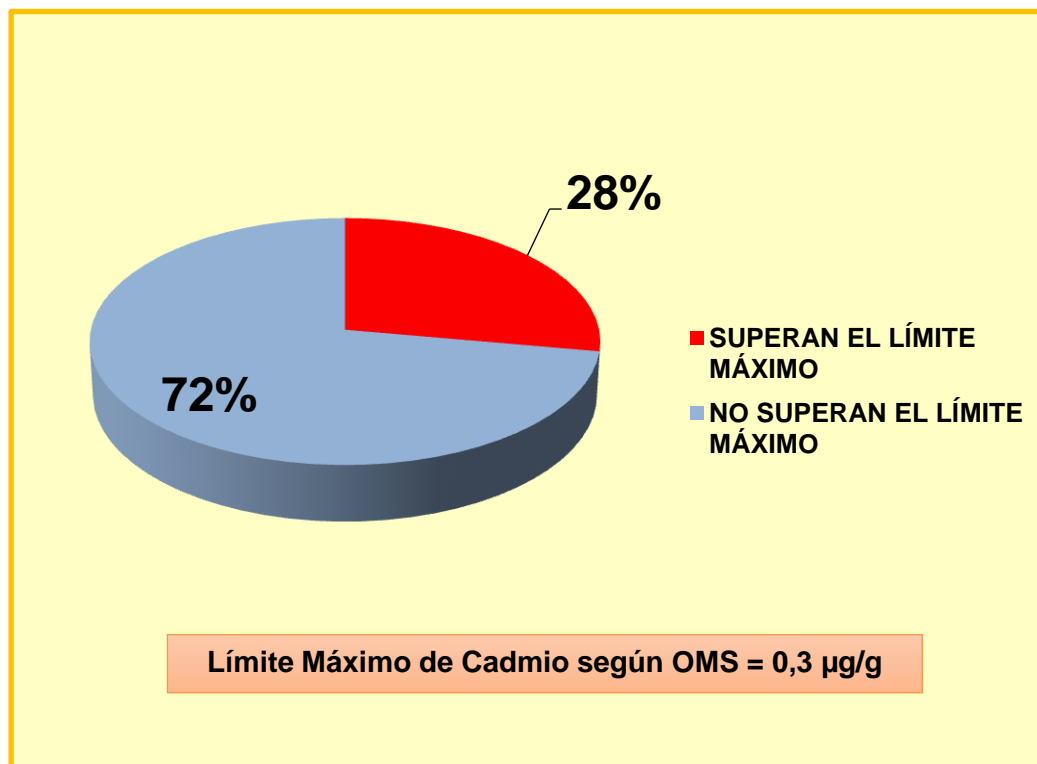


Figura 8: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE CADMIO ESTABLECIDO POR LA OMS. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

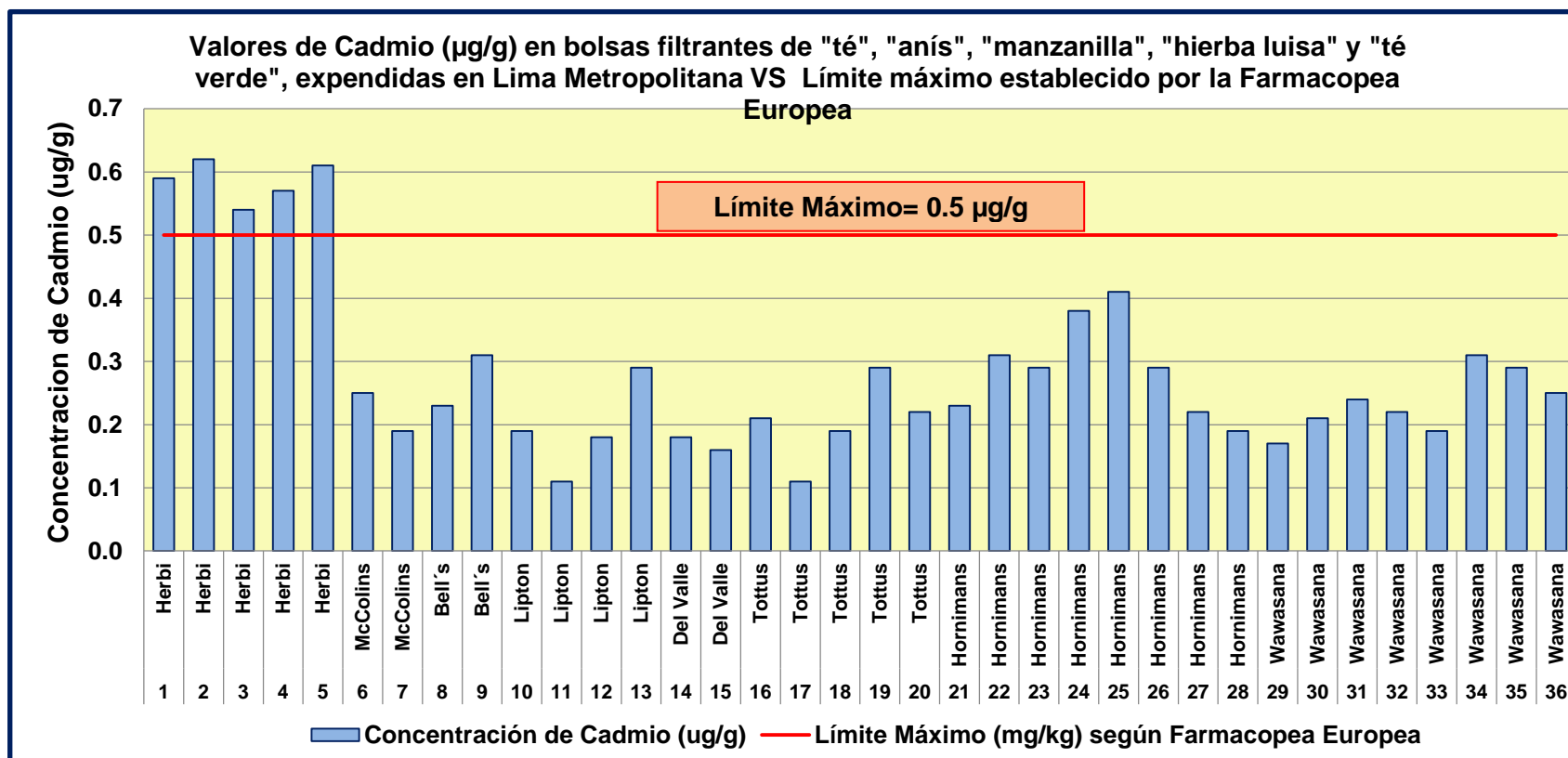


Figura 9: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE "té", "anís", "manzanilla", "hierba luisa" Y "té verde", EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA FARMACOPEA EUROPEA.

* $\text{mg/kg} = \mu\text{g/g}$

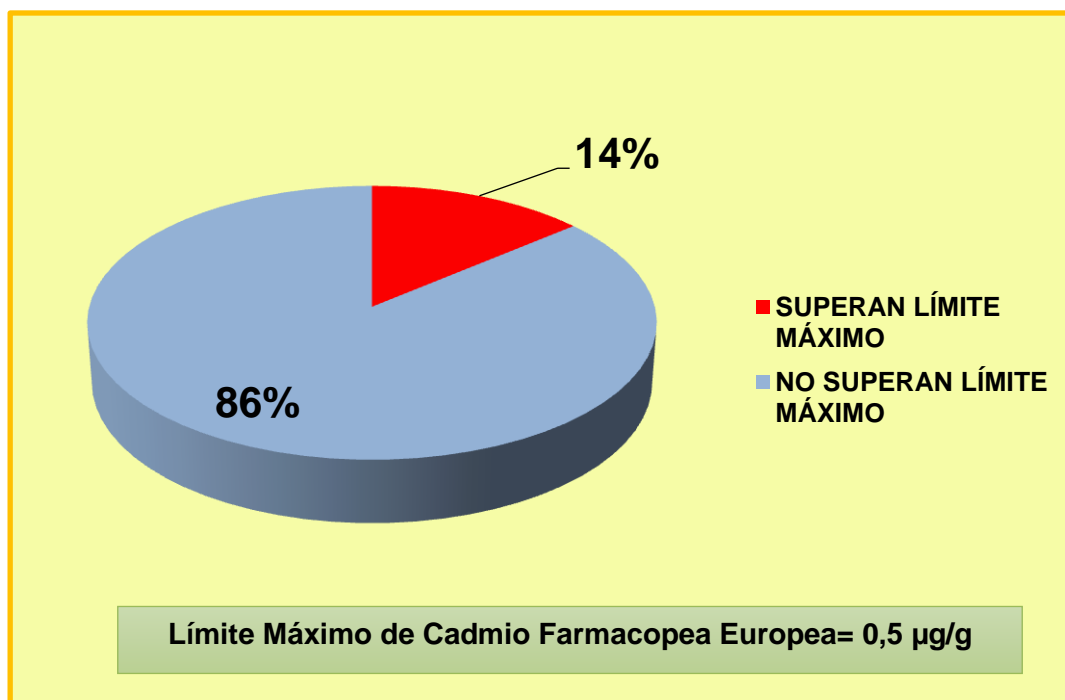


Figura 10: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES “té”, anís, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE CADMIO ESTABLECIDO POR LA FARMACOPEA EUROPEA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

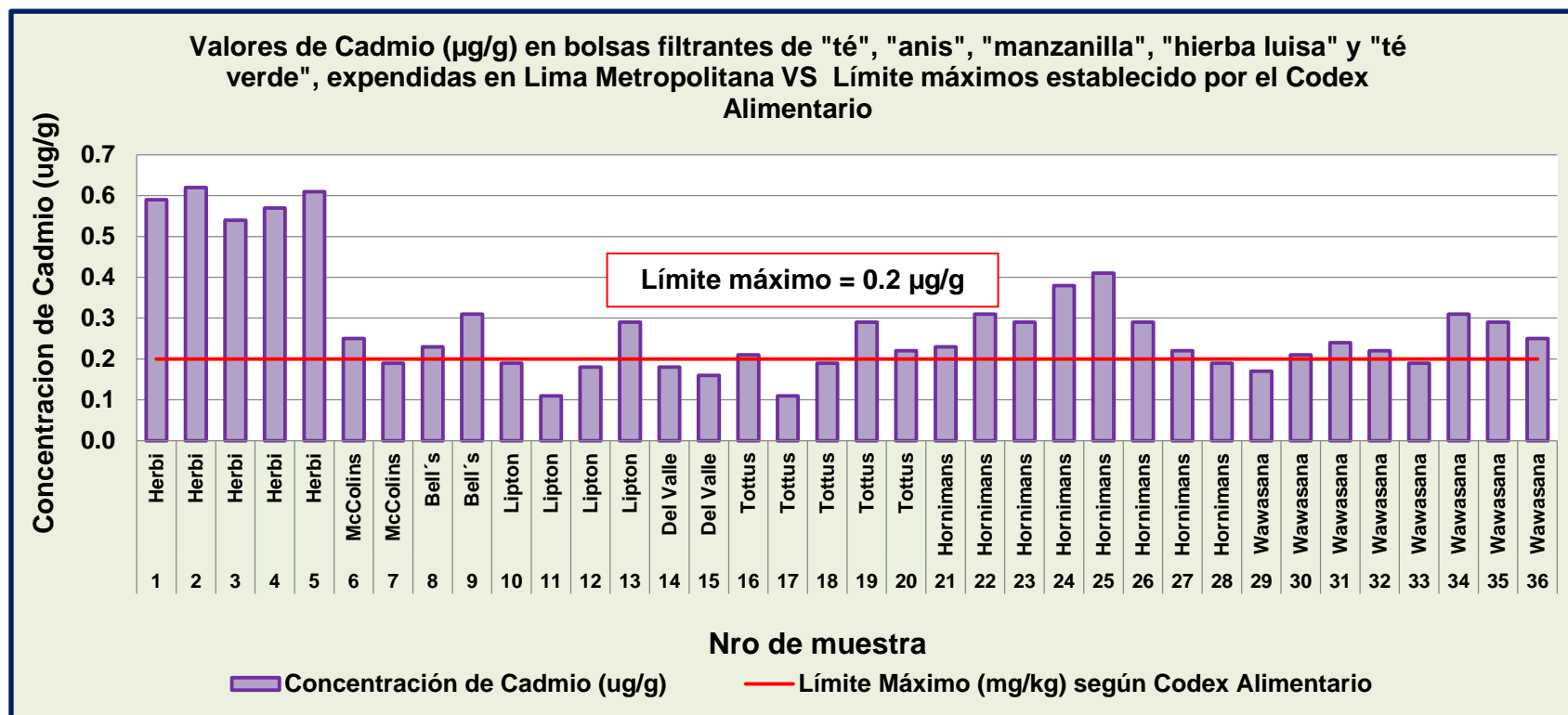


Figura 11: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS.

* $\text{mg/kg} = \mu\text{g/g}$

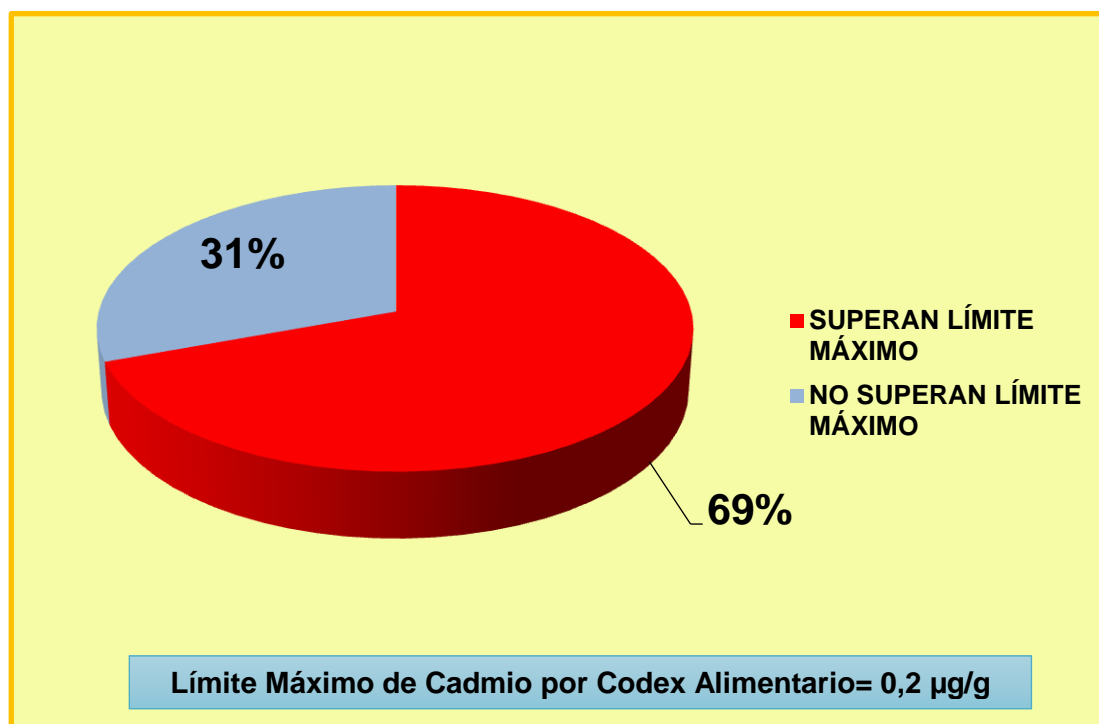


Figura 12: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE CADMIO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS.
Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

Tabla 4: VALORES DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” Y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) Y LA FARMACOPEA EUROPEA.

N° muestra	MARCA	VARIEDAD	PLOMO ($\mu\text{g/g}$)	*LÍMITE MÁXIMO DE PLOMO	
				OMS ($\mu\text{g/g}$)	FARMACOPEA EUROPEA ($\mu\text{g/g}$)
1	Herbi	“té”, “canela” y “clavo”	16,35	10	5
2	Herbi	Relax “té” (“hierba luisa”, “manzanilla”)	14,75	10	5
3	Herbi	“manzanilla”	15,66	10	5
4	Herbi	“anís”	22,15	10	5
5	Herbi	“hierba Luisa”	19,55	10	5
6	McColins	“té” Puro	11,32	10	5
7	McColins	“manzanilla”	9,66	10	5
8	Bell’s	“hierba luisa”	8,59	10	5
9	Bell’s	“té”, “canela” y “clavo”	4,59	10	5
10	Lipton	“té” negro con cuerpo	7,59	10	5
11	Lipton	“té verde”	8,12	10	5
12	Lipton	“té” negro	6,66	10	5
13	Lipton	“manzanilla”	8,48	10	5
14	Del Valle	“anís”	6,33	10	5
15	Del Valle	“té” Puro	4,59	10	5
16	Tottus	“té” Puro	3,84	10	5
17	Tottus	“hierba luisa”	4,26	10	5
18	Tottus	“té”, “canela” y “clavo”	11,33	10	5
19	Tottus	“anís”	13,58	10	5
20	Tottus	“té verde”	8,95	10	5
21	Hornimans	“hierba luisa”	9,11	10	5
22	Hornimans	“té” Puro	12,58	10	5
23	Hornimans	“manzanilla”	11,59	10	5
24	Hornimans	“té” negro	14,25	10	5
25	Hornimans	“té verde”	13,87	10	5
26	Hornimans	“té limón”	6,87	10	5
27	Hornimans	“anís”	5,98	10	5
28	Hornimans	Infu-Línea (“manzanilla”, “sen”)	5,77	10	5

N° muestra	MARCA	VARIEDAD	PLOMO (µg/g)	*LÍMITE MÁXIMO DE PLOMO	
				OMS (µg/g)	FARMACOPEA EUROPEA (µg/g)
29	Wawasana	Mujer("manzanilla", "anís", "malva", "canela")	6,98	10	5
30	Wawasana	Digestivo("manzanilla", "anís", "cedrón")	4,59	10	5
31	Wawasana	Relax("hierba luisa")	5,56	10	5
32	Wawasana	Laxante ("anís", "manzanilla", "sen", "borraja")	6,01	10	5
33	Wawasana	"anís"	6,18	10	5
34	Wawasana	"té", "canela" y "clavo"	9,67	10	5
35	Wawasana	"té verde"	8,79	10	5
36	Wawasana	"manzanilla"	8,47	10	5

***No hay valores máximos permitidos de plomo establecidos por el Codex Alimentarius ni por el Reglamento (CE) 2004/61 de la UE. Fuente:** Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. "CETOX".

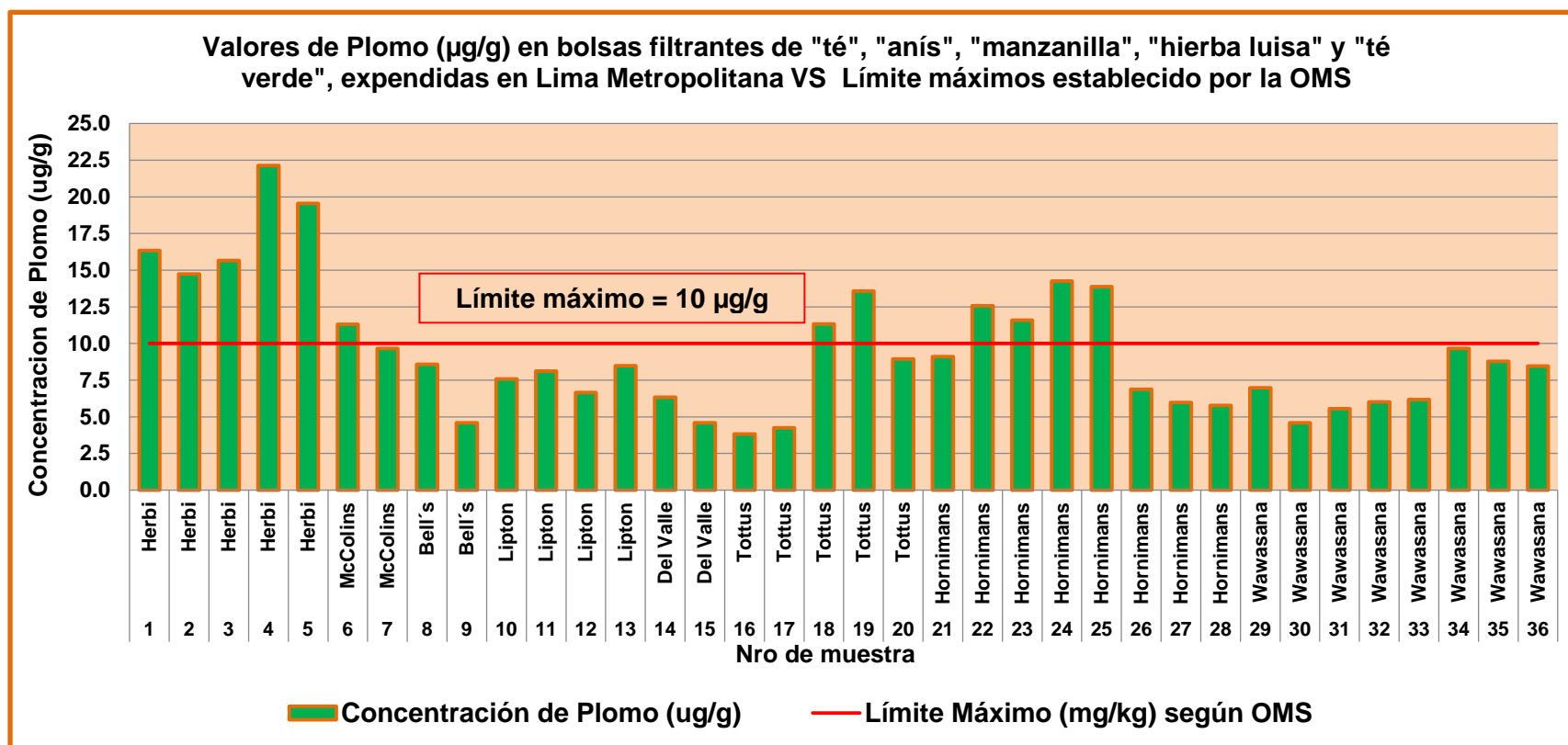


Figura 13: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA OMS.

* $\text{mg/kg} = \mu\text{g/g}$

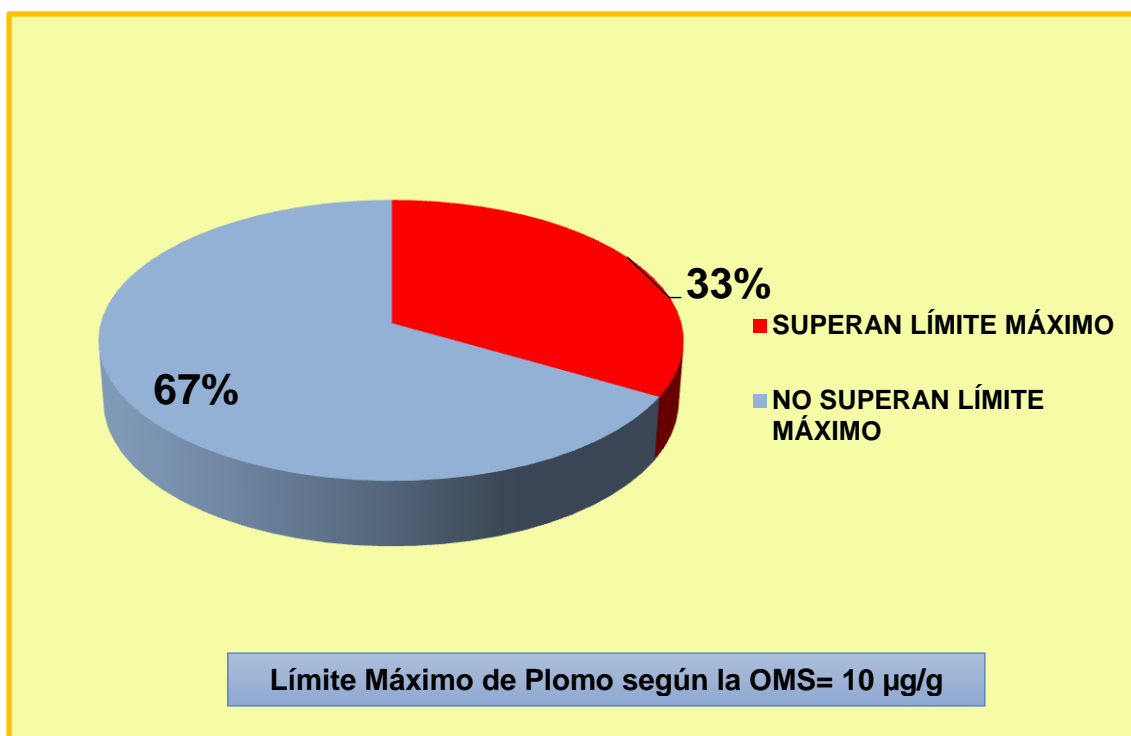


Figura 14: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE PLOMO ESTABLECIDO POR LA OMS. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

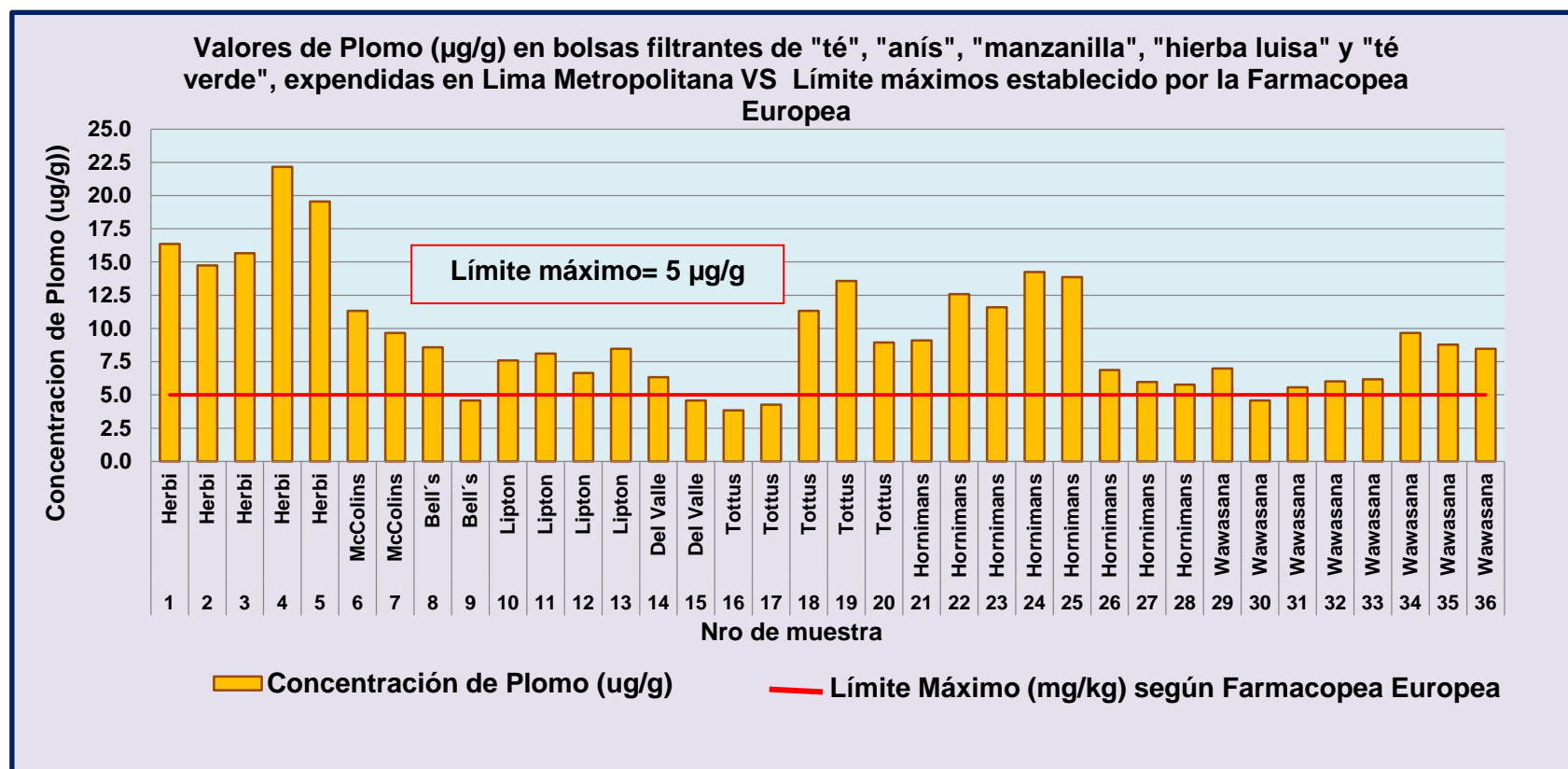


Figura 15: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE "té", "anís", "manzanilla", "hierba luisa" y "té verde", EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA FARMACOPEA EUROPEA.

* $\text{mg/kg} = \mu\text{g/g}$

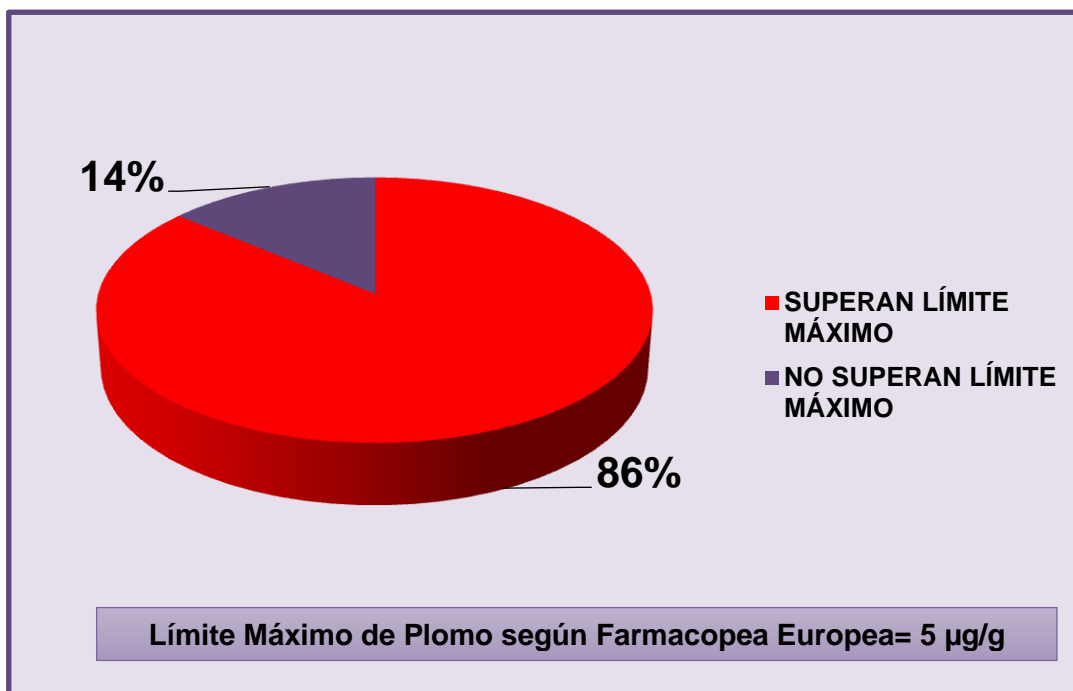


Figura 16: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE PLOMO ESTABLECIDO POR LA FARMACOPEA EUROPEA.
Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

Tabla 5: VALORES DE ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALOR DEL LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS.

N° MUESTRA	MARCA	VARIEDAD	ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$)	*LÍMITE MÁXIMO DE ARSÉNICO
				Codex alimentarius ($\mu\text{g/g}$)
1	Herbi	“té”, “canela” y “clavo”	0,16	0,2
2	Herbi	Relax “té” (“hierba Luisa”, “manzanilla”)	0,11	0,2
3	Herbi	“manzanilla”	0,14	0,2
4	Herbi	“anís”	0,08	0,2
5	Herbi	“hierba Luisa”	0,05	0,2
6	McColins	“té” Puro	0,13	0,2
7	McColins	“manzanilla”	0,07	0,2
8	Bell’s	“hierba Luisa”	0,03	0,2
9	Bell’s	“té”, “canela” y “clavo”	0,02	0,2
10	Lipton	“té negro” con cuerpo	0,01	0,2
11	Lipton	“té verde”	0,02	0,2
12	Lipton	“té” negro	0,04	0,2
13	Lipton	“manzanilla”	0,06	0,2
14	Del Valle	“anís”	0,01	0,2
15	Del Valle	“té” Puro	0,02	0,2
16	Tottus	“té” Puro	0,01	0,2
17	Tottus	“hierba Luisa”	0,03	0,2
18	Tottus	“té”, “canela” y “clavo”	0,01	0,2

N° MUESTRA	MARCA	VARIEDAD	ARSÉNICO (µg/g)	* LÍMITE MÁXIMO DE ARSÉNICO
				Codex alimentarius (µg/g)
19	Tottus	“anís”	0,04	0,2
20	Tottus	“té verde”	0,03	0,2
21	Hornimans	“hierba Luisa”	0,02	0,2
22	Hornimans	“té” Puro	0,03	0,2
23	Hornimans	“manzanilla”	0,09	0,2
24	Hornimans	“té” negro	0,05	0,2
25	Hornimans	“té verde”	0,06	0,2
26	Hornimans	té limón	0,07	0,2
27	Hornimans	“anís”	0,11	0,2
28	Hornimans	Infu-Línea (“manzanilla”, “sen”)	0,05	0,2
29	Wawasana	Mujer (“manzanilla”, “anís”, malva, “canela”)	0,08	0,2
30	Wawasana	Digestivo (“manzanilla”, “anís”, “cedrón”)	0,09	0,2
31	Wawasana	Relax (“hierba Luisa”)	0,11	0,2
32	Wawasana	Laxante (“anís”, “manzanilla”, “sen”, “borraja”)	0,09	0,2
33	Wawasana	“anís”	0,08	0,2
34	Wawasana	“té”, “canela” y “clavo”	0,04	0,2
35	Wawasana	“té verde”	0,05	0,2
36	Wawasana	“manzanilla”	0,04	0,2

***No hay valores máximos permitidos de Arsénico para bolsas filtrantes de infusiones para hierbas establecidas por la OMS, La Farmacopea Europea y el Reglamento (CE) 2004/61 de la UE**

Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

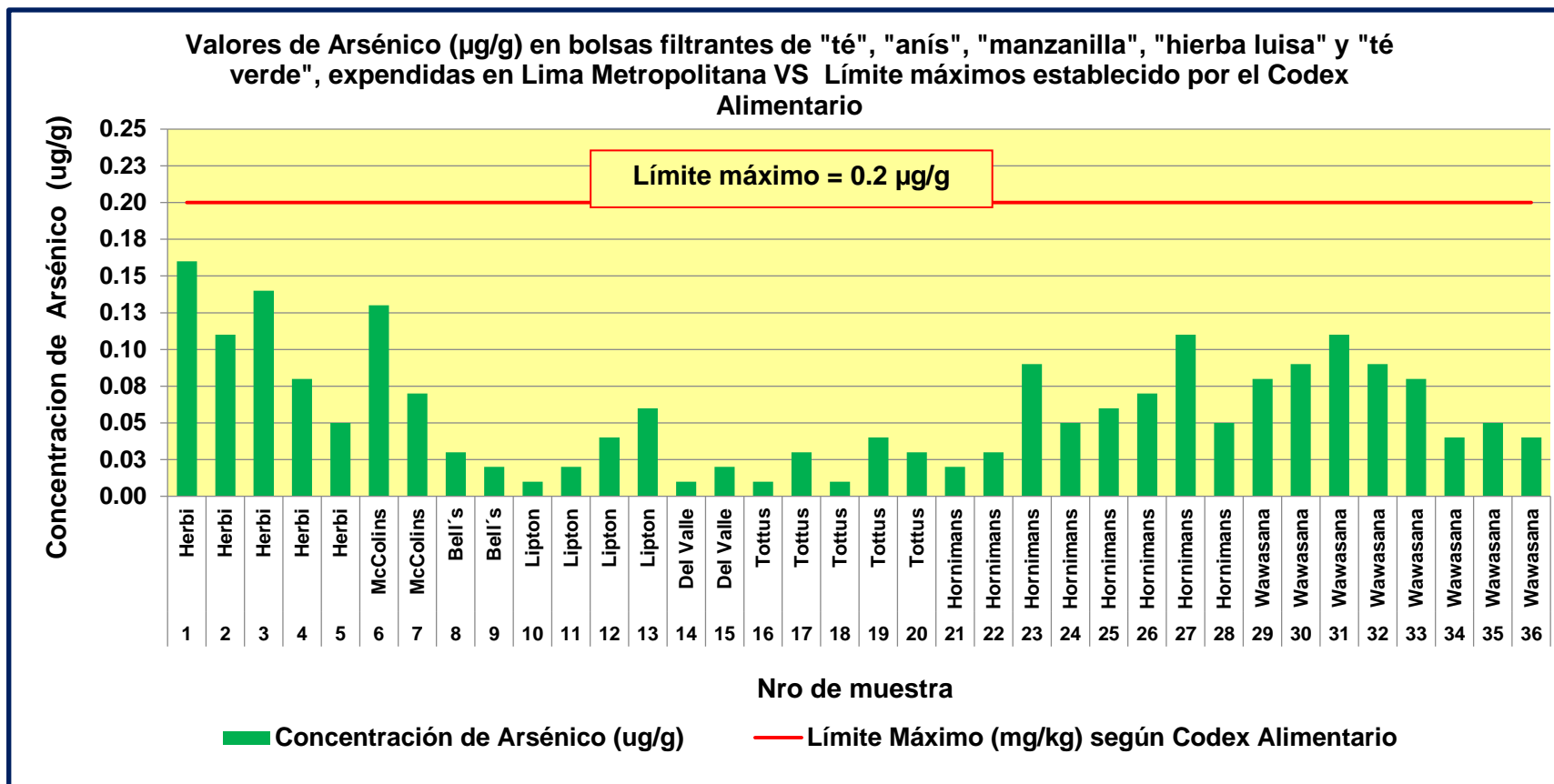


Figura 17: COMPARACIÓN DE LOS VALORES ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE "té", "anís", "manzanilla", "hierba luisa" y "té verde", EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS.

* $\text{mg/kg} = \mu\text{g/g}$

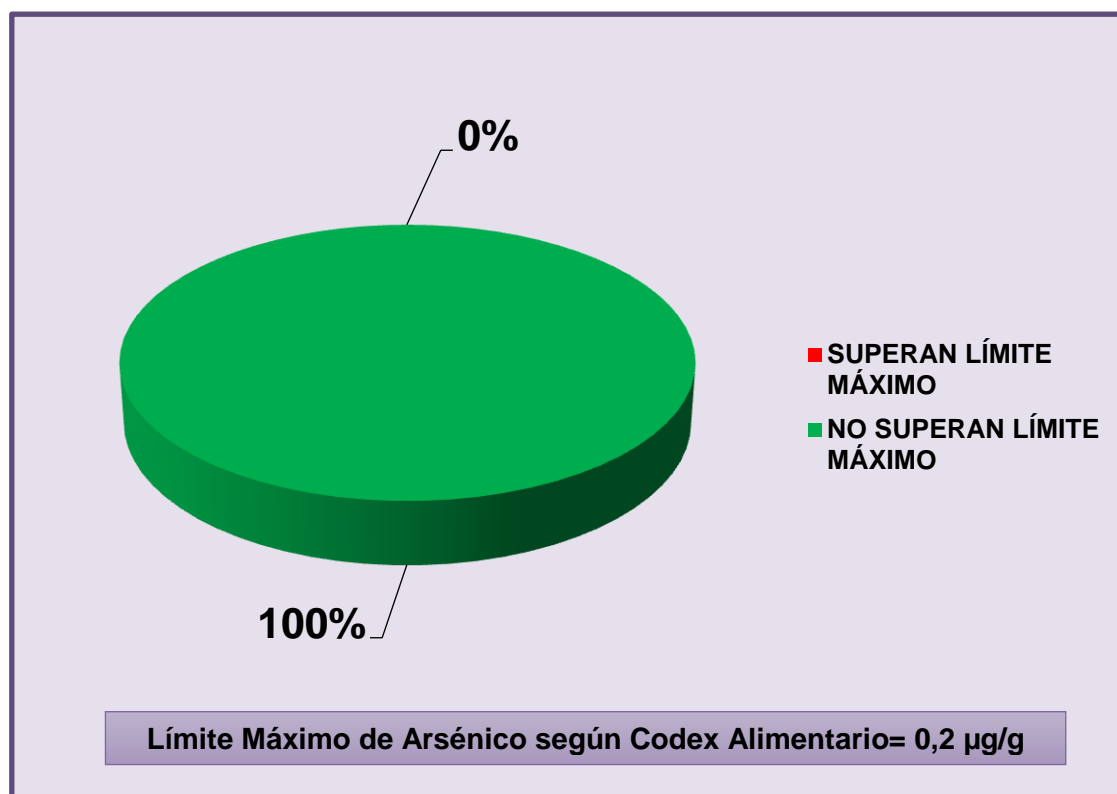


Figura 18: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE ARSÉNICO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS.
Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

Tabla 6: VALORES DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES DE LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS POR EL REGLAMENTO (CE) 2004/61 DE LA UE Y LA FARMACOPEA EUROPEA.

N° muestra	MARCA	VARIEDAD	MERCURIO ($\mu\text{g/g}$)	*LÍMITE MÁXIMO DE MERCURIO	
				Reglamento (CE) 2004/61 de la UE ($\mu\text{g/g}$)	Farmacopea Europea ($\mu\text{g/g}$)
1	Herbi	“té”, “canela” y “clavo”	0,009	0,02	0,1
2	Herbi	Relax “té” (“hierba Luisa”, “manzanilla”)	0,008	0,02	0,1
3	Herbi	“manzanilla”	0,011	0,02	0,1
4	Herbi	“anís”	0,013	0,02	0,1
5	Herbi	“hierba Luisa”	0,005	0,02	0,1
6	McColins	“té” Puro	0,003	0,02	0,1
7	McColins	“manzanilla”	0,003	0,02	0,1
8	Bell’s	“hierba Luisa”	0,003	0,02	0,1
9	Bell’s	“té”, “canela” y “clavo”	0,003	0,02	0,1
10	Lipton	“té” negro con cuerpo	0,003	0,02	0,1
11	Lipton	“té verde”	0,003	0,02	0,1
12	Lipton	“té” negro	0,003	0,02	0,1
13	Lipton	“manzanilla”	0,003	0,02	0,1
14	Del Valle	“anís”	0,003	0,02	0,1
15	Del Valle	“té” Puro	0,003	0,02	0,1
16	Tottus	“té” Puro	0,003	0,02	0,1
17	Tottus	“hierba luisa”	0,003	0,02	0,1

N° muestra	MARCA	VARIEDAD	MERCURIO (µg/g)	*LÍMITE MÁXIMO DE MERCURIO	
				Reglamento (CE) 2004/61 de la UE (µg/g)	Farmacopea Europea (µg/g)
18	Tottus	“té”, “canela” y “clavo”	0,008	0,02	0,1
19	Tottus	“anís”	0,006	0,02	0,1
20	Tottus	“té verde”	0,011	0,02	0,1
21	Hornimans	“hierba Luisa”	0,012	0,02	0,1
22	Hornimans	“té” Puro	0,016	0,02	0,1
23	Hornimans	“manzanilla”	0,014	0,02	0,1
24	Hornimans	“té negro”	0,009	0,02	0,1
25	Hornimans	“té verde”	0,015	0,02	0,1
26	Hornimans	té limón	0,003	0,02	0,1
27	Hornimans	“anís”	0,003	0,02	0,1
28	Hornimans	Infu-Línea (“manzanilla”, “sen”)	0,003	0,02	0,1
29	Wawasana	Mujer (“manzanilla” “anís”, malva, “canela”)	0,003	0,02	0,1
30	Wawasana	Digestivo (“manzanilla”, “anís”, “cedrón”)	0,003	0,02	0,1
31	Wawasana	Relax (“hierba Luisa”)	0,003	0,02	0,1
32	Wawasana	Laxante (“anís”, “manzanilla”, “sen”, “borraja”)	0,003	0,02	0,1
33	Wawasana	“anís”	0,003	0,02	0,1
34	Wawasana	“té”, “canela” y “clavo”	0,011	0,02	0,1

N° muestra	MARCA	VARIEDAD	MERCURIO (µg/g)	*LÍMITE MÁXIMO DE MERCURIO	
				Reglamento (CE) 2004/61 de la UE (µg/g)	Farmacopea Europea (µg/g)
35	Wawasana	"té verde"	0,009	0,02	0,1
36	Wawasana	"manzanilla"	0,013	0,02	0,1

***No hay valores máximos permitidos de Mercurio para bolsas filtrantes para infusiones de hierbas establecidas por la OMS y el Codex alimentarius**

Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. "CETOX".

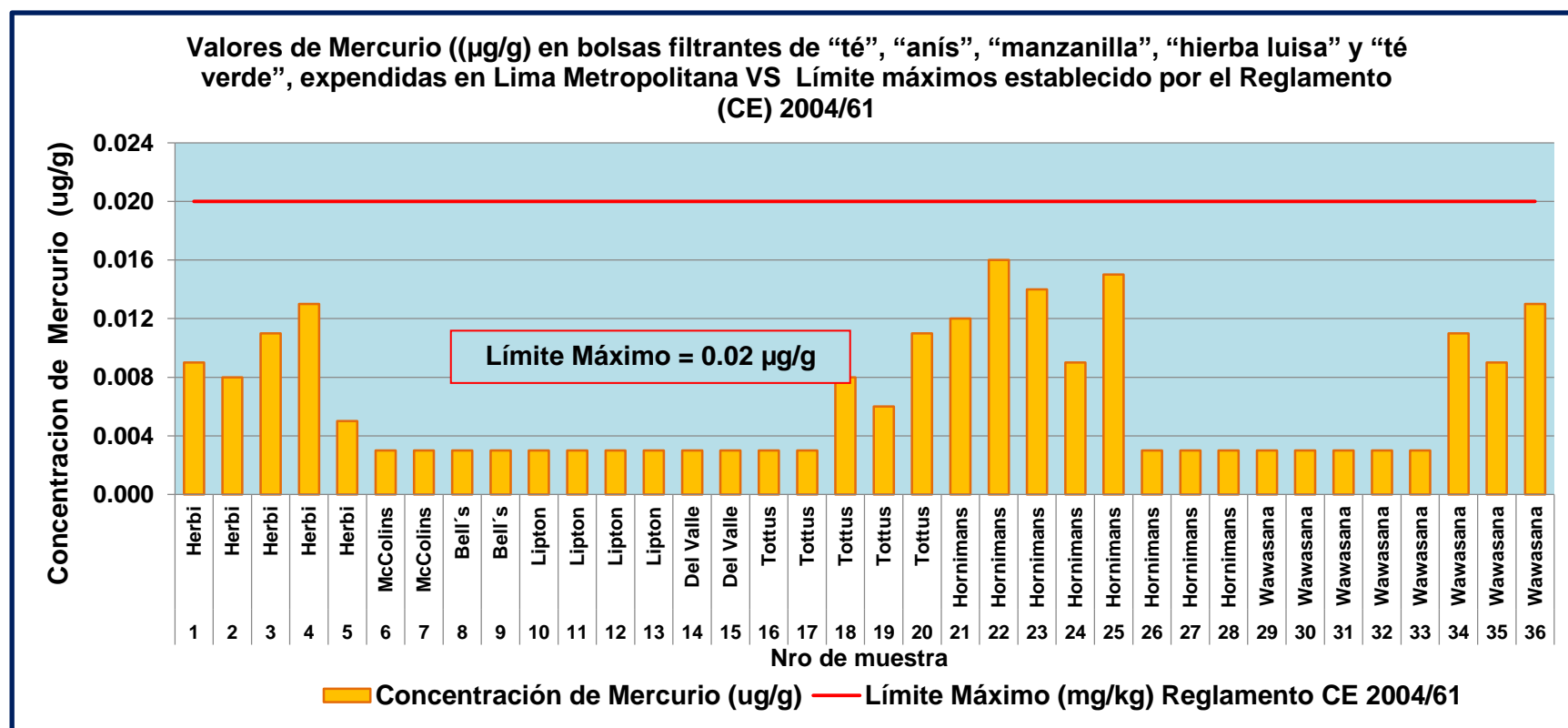


Figura 19: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO (CE) 2004/61 DE LA UNIÓN EUROPEA.

*mg/kg = $\mu\text{g/g}$

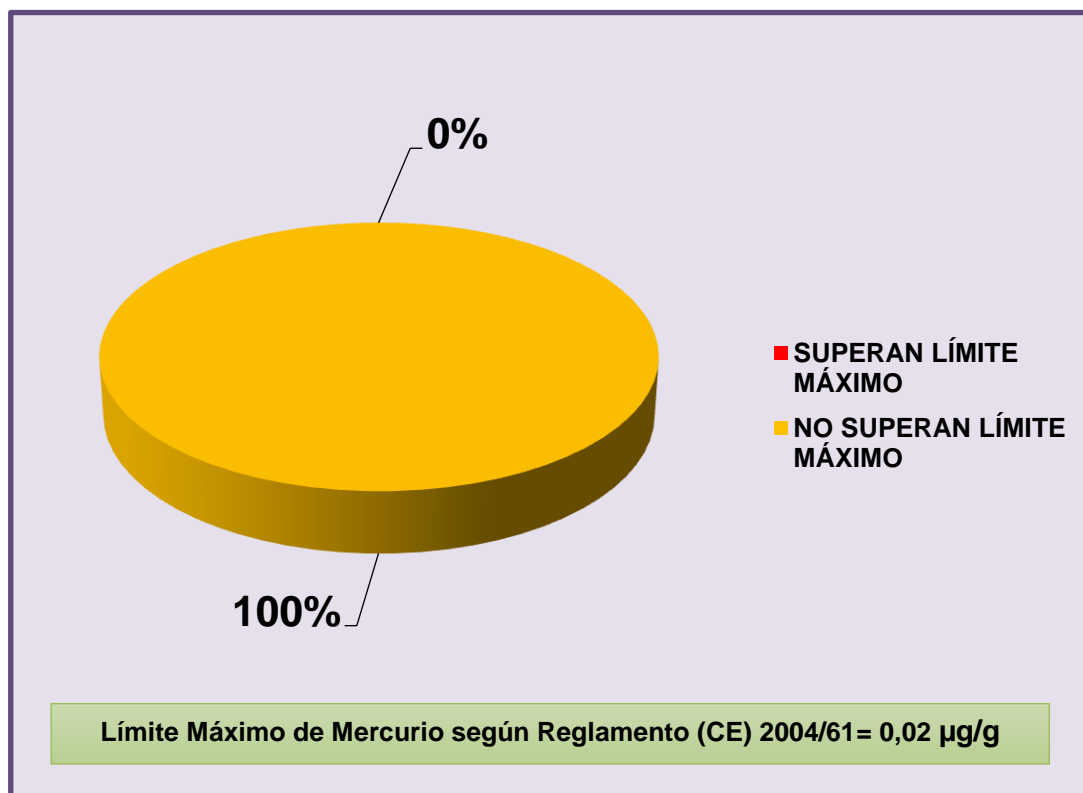


Figura 20: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE MERCURIO ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO (CE) 2004/61 DE LA UNIÓN EUROPEA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

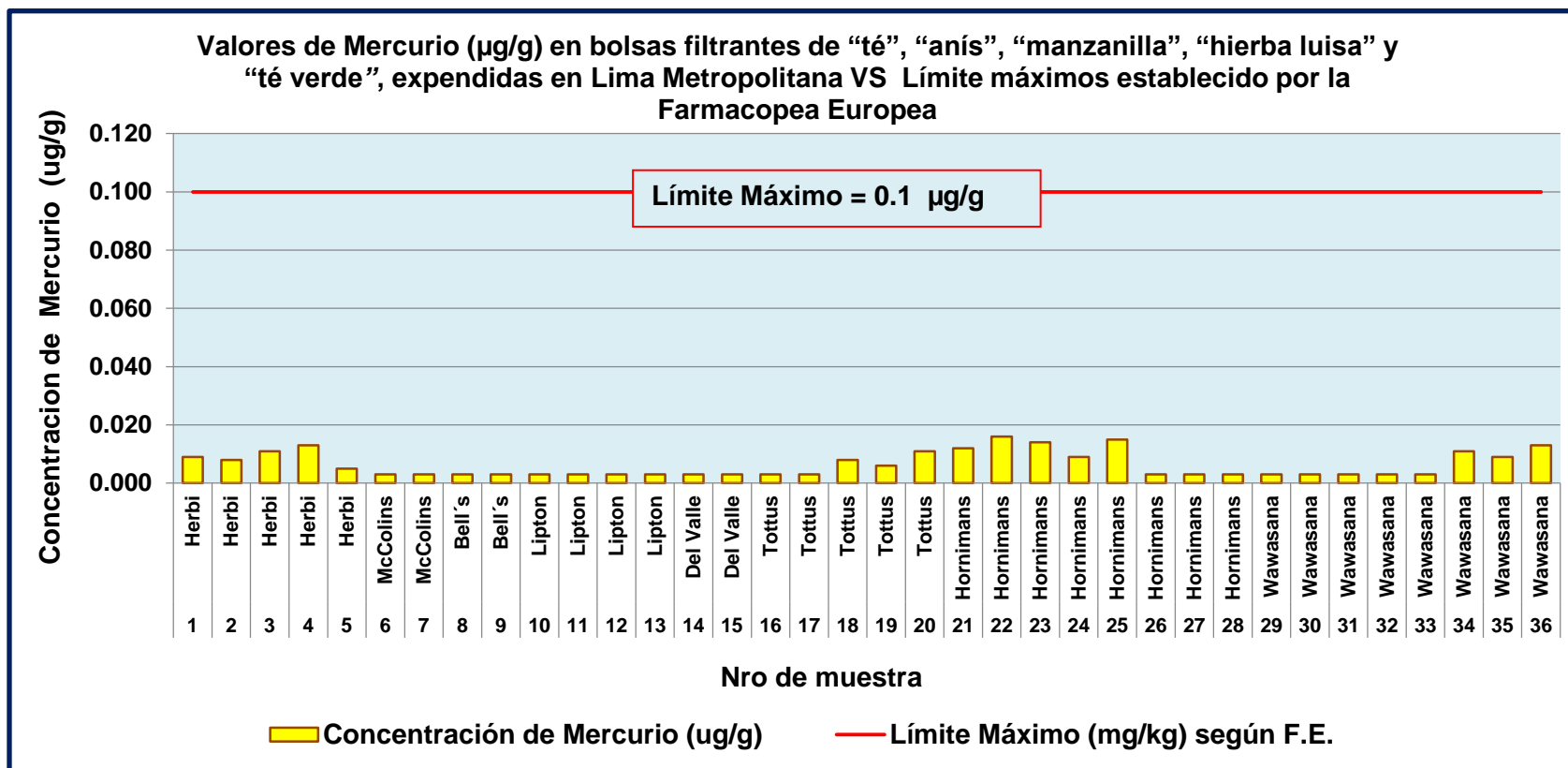


Figura 21: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR LA FARMACOPEA EUROPEA.

* $\text{mg/kg} = \mu\text{g/g}$

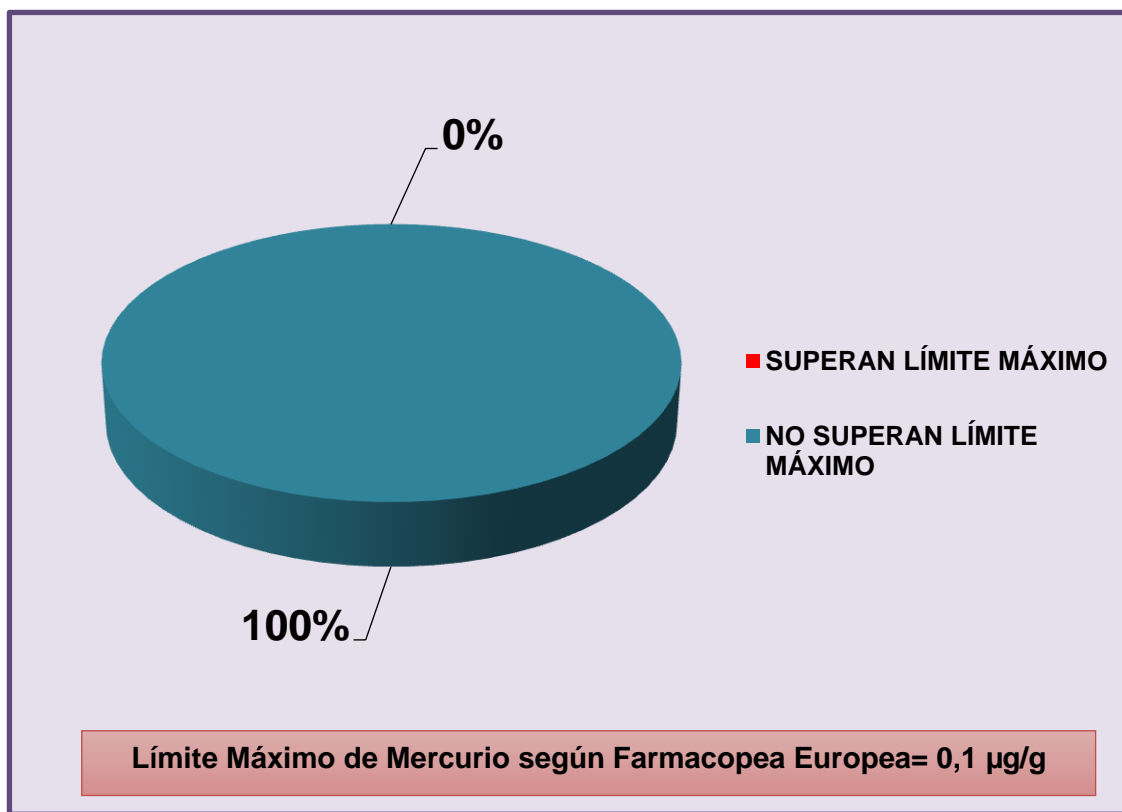


Figura 22: RESULTADO EN PORCENTAJE (%) DE LAS MUESTRAS DE BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA QUE SUPERAN EL LÍMITE MÁXIMO DE MERCURIO ESTABLECIDO POR LA FARMACOPEA EUROPEA.
Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

Tabla 7: VALORES DE NÍQUEL ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.

NRO DE MUESTRA	MARCA	VARIEDAD	NÍQUEL ($\mu\text{g/g}$)	*LÍMITE MÁXIMO NÍQUEL
1	Herbi	“té”, “canela” y “clavo”	2,23	
2	Herbi	Relax “té” (“hierba luisa”, “manzanilla”)	1,98	
3	Herbi	“manzanilla”	2,65	
4	Herbi	“anís”	2,74	
5	Herbi	“hierba luisa”	4,65	
6	McColins	“té” Puro	3,97	
7	McColins	“manzanilla”	3,59	
8	Bell’s	“hierba luisa”	3,87	
9	Bell’s	“té”, “canela” y “clavo”	5,01	
10	Lipton	“té” negro con cuerpo	6,22	
11	Lipton	“té verde”	5,84	
12	Lipton	“té” negro	5,12	
13	Lipton	“manzanilla”	6,08	
14	Del Valle	“anís”	2,03	
15	Del Valle	“té” Puro	1,99	
16	Tottus	“té” Puro	1,85	
17	Tottus	“hierba luisa”	2,06	
18	Tottus	“té”, “canela” y “clavo”	2,89	
19	Tottus	“anís”	3,08	
20	Tottus	“té verde”	3,65	
21	Hornimans	“hierba luisa”	3,45	

NRO DE MUESTRA	MARCA	VARIEDAD	NÍQUEL (µg/g)	*LÍMITE MÁXIMO NÍQUEL
22	Hornimans	“té” puro	5,66	
23	Hornimans	“manzanilla”	6,18	
24	Hornimans	“té” negro	5,75	
25	Hornimans	“té verde”	4,09	
26	Hornimans	té limón	5,73	
27	Hornimans	“anís”	4,89	
28	Hornimans	Infu-Línea (“manzanilla”, “sen”)	5,26	
29	Wawasana	Mujer (“manzanilla”, “anís”, malva, “canela”)	3,59	
30	Wawasana	Digestivo (“manzanilla”, “anís”, “cedrón”)	3,87	
31	Wawasana	Relax (“hierba Luisa”)	3,99	
32	Wawasana	Laxante (“anís”, “manzanilla”, “sen”, “borraja”)	4,28	
33	Wawasana	“anís”	3,99	
34	Wawasana	“té”, “canela” y “clavo”	6,99	
35	Wawasana	“té verde”	5,87	
36	Wawasana	“manzanilla”	6,24	

***No hay valores máximos permitidos establecidos de Níquel para bolsas filtrantes para infusiones de hierbas**

Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

Tabla 8: VALORES DE MANGANESO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.

NRO DE MUESTRA	MARCA	VARIEDAD	MANGANESO ($\mu\text{g/g}$)	*VALOR HALLADO MANGANESO
1	Herbi	“té”, “canela” y “clavo”	458,22	
2	Herbi	Relax “té” (“hierba luisa”, “manzanilla”)	368,15	
3	Herbi	“manzanilla”	458,35	
4	Herbi	“anís”	598,33	
5	Herbi	“hierba luisa”	254,84	
6	McColins	“té” Puro	698,28	
7	McColins	“manzanilla”	214,56	
8	Bell’s	“hierba luisa”	329,47	
9	Bell’s	“té”, “canela” y “clavo”	210,57	
10	Lipton	“té” negro con cuerpo	378,41	
11	Lipton	“té verde”	398,25	
12	Lipton	“té” negro	452,78	
13	Lipton	“manzanilla”	698,23	
14	Del Valle	“anís”	365,48	
15	Del Valle	“té” Puro	785,45	
16	Tottus	“té” Puro	457,65	
17	Tottus	“hierba luisa”	289,33	
18	Tottus	“té”, “canela” y “clavo”	658,45	
19	Tottus	“anís”	548,77	
20	Tottus	“té verde”	501,87	

NRO DE MUESTRA	MARCA	VARIEDAD	MANGANESO (µg/g)	*VALOR HALLADO MANGANESO
21	Hornimans	"hierba luisa"	499,87	
22	Hornimans	"té" puro	366,58	
23	Hornimans	"manzanilla"	425,87	
24	Hornimans	"té" negro	669,57	
25	Hornimans	"té verde"	425,47	
26	Hornimans	"té limón"	369,54	
27	Hornimans	"anís"	487,54	
28	Hornimans	Infu-Línea ("manzanilla", "sen")	398,68	
29	Wawasana	Mujer ("manzanilla", "anís", malva, "canela")	425,59	
30	Wawasana	Digestivo ("manzanilla", "anís", "cedrón")	475,26	
31	Wawasana	Relax ("hierba Luisa")	548,67	
32	Wawasana	Laxante ("anís", "manzanilla", "sen", "borraja")	598,66	
33	Wawasana	"anís"	635,54	
34	Wawasana	"té", "canela" y "clavo"	524,69	
35	Wawasana	"té verde"	569,46	
36	Wawasana	"manzanilla"	451,35	

***No hay valores Máximos permitidos establecidos de Manganeso para bolsas filtrantes para infusiones de hierbas**

Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. "CETOX".

En la Figura N°23: Este gráfico nos permite comparar el valor promedio obtenido para el Cadmio en comparación con los límites máximos establecidos, el valor hallado es menor a los límites máximos de la OMS y la Farmacopea Europea, pero supera el límite máximo establecido por el Codex Alimentarius.

En la Figura N°24: Este gráfico nos permite comparar el valor promedio obtenido para el valor de Plomo en comparación con los límites máximos establecidos, el valor hallado es menor a los límites máximos de la OMS, pero supera el valor límite establecido por la Farmacopea Europea.

En la Figura N° 25: Este gráfico nos permite comparar el valor promedio obtenido para el valor de Arsénico en comparación con el Límite máximo establecido por el Codex Alimentarius, el valor hallado en las bolsas filtrantes expendidas en Lima Metropolitana no sobrepasa el límite máximo establecido

En la Figura N° 26: Este gráfico nos permite comparar el valor promedio obtenido para el Mercurio en comparación con los límites máximos establecidos, el valor hallado es menor a los límites máximos por el Reglamento (CE) 2004/61 de la Unión Europea y la Farmacopea Europea.

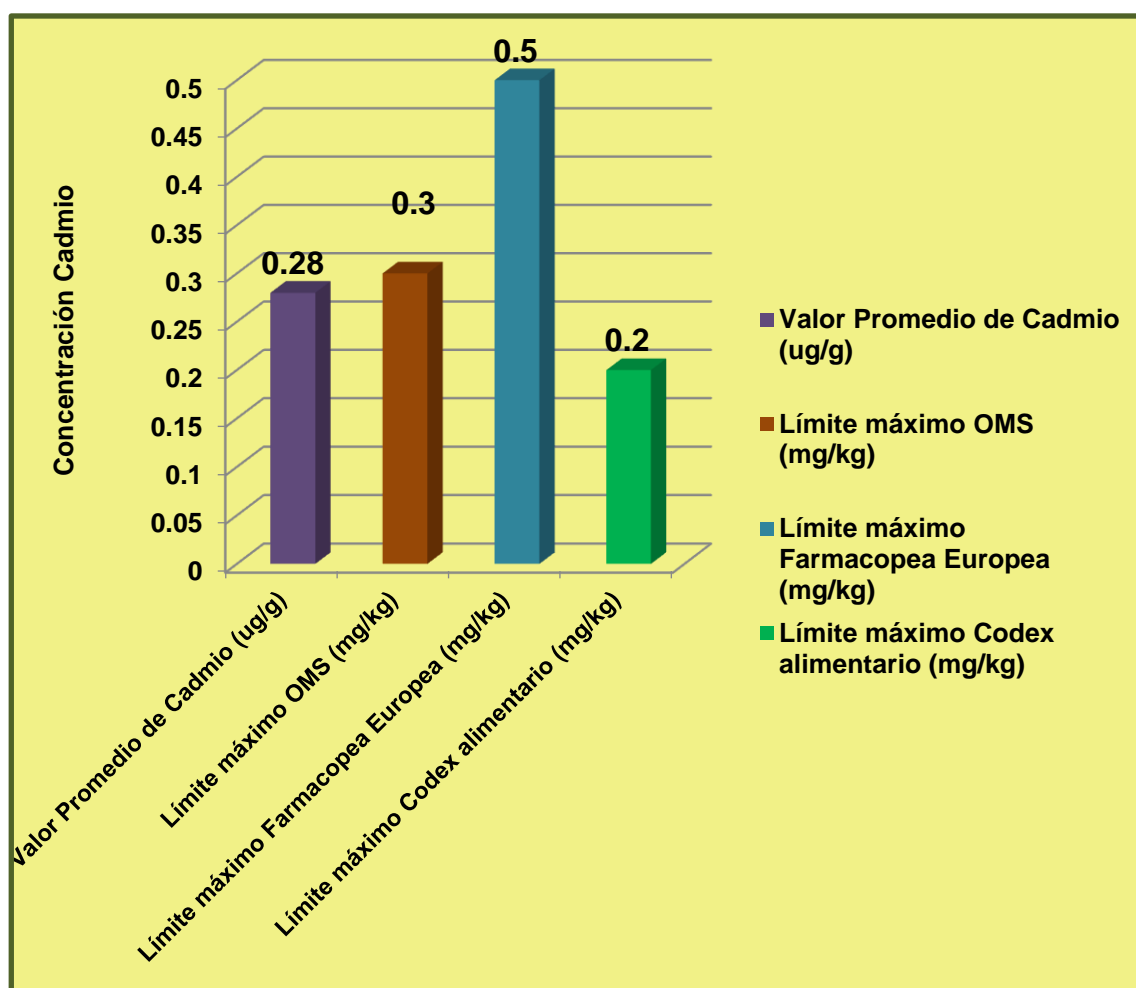


Figura 23. VALOR PROMEDIO DE CADMIO ($\mu\text{g/g}$) HALLADO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), FARMACOPEA EUROPEA Y EL CODEX ALIMENTARIUS. Fuente: Propia

*mg/kg = $\mu\text{g/g}$

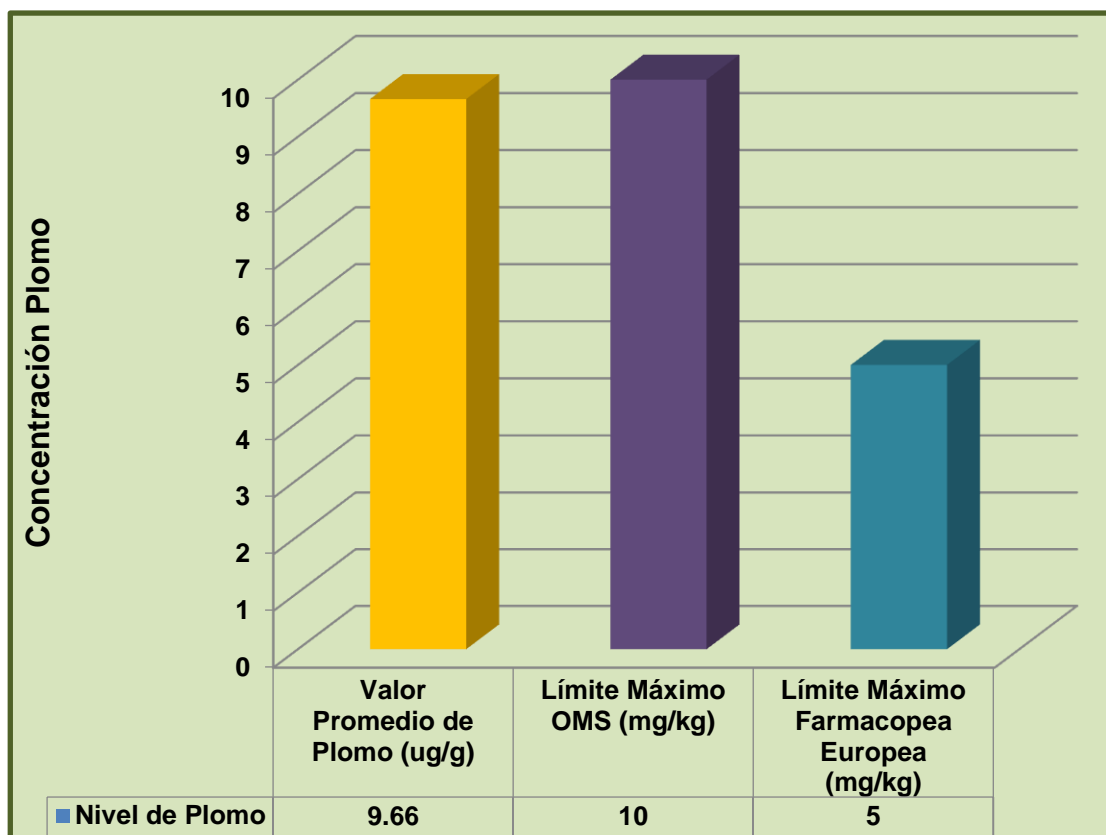


Figura 24: VALOR PROMEDIO DE PLOMO ($\mu\text{g/g}$) HALLADO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) Y LA FARMACOPEA EUROPEA. Fuente: Propia

*mg/kg = $\mu\text{g/g}$

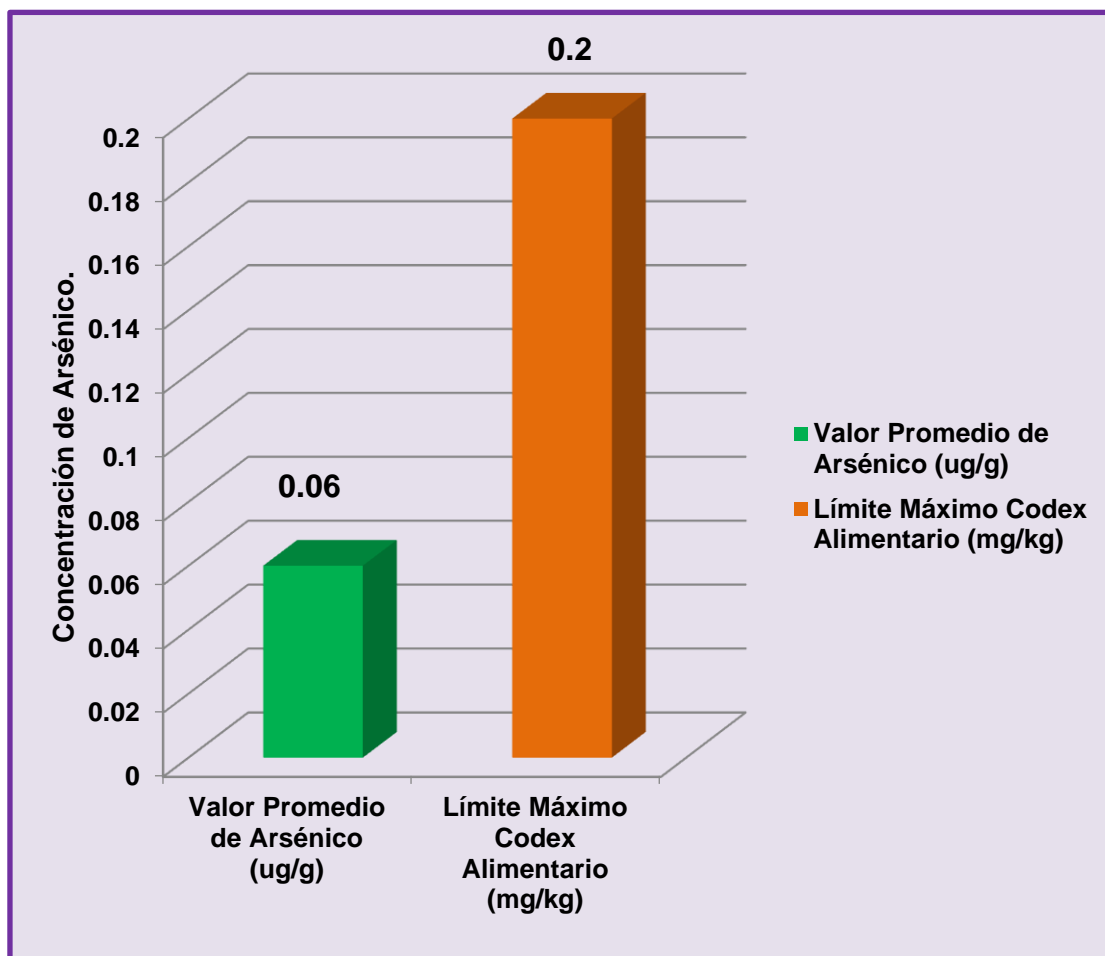


Figura 25: VALOR PROMEDIO DE ARSÉNICO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALOR DEL LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS. Fuente: Propia

*mg/kg = $\mu\text{g/g}$

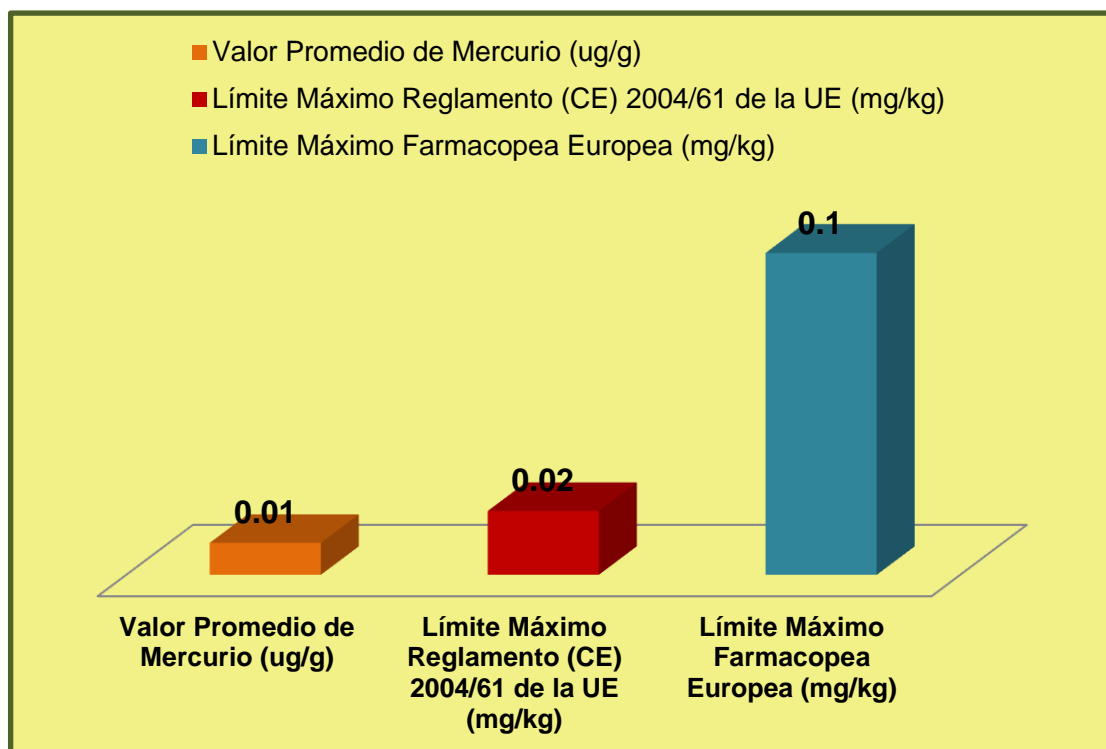


Figura 26: VALOR PROMEDIO DE MERCURIO ($\mu\text{g/g}$) HALLADOS EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA VS VALORES DE LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS POR EL REGLAMENTO (CE) 2004/61 DE LA UE Y LA FARMACOPEA EUROPEA. Fuente: Propia

*mg/kg = $\mu\text{g/g}$

En la Figura N°27: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Cadmio y Plomo, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,839 lo que demuestra una fuerte correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°28: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Cadmio y Arsénico, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,493 lo que demuestra una mediana correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°29: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Cadmio y Manganeseo, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es -0,081 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°30: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Cadmio y Níquel, en bolsas filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,146 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°31: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Cadmio y Mercurio, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,470 lo que demuestra una mediana correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°32: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Plomo y Mercurio, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,599 lo que demuestra una mediana correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°33: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Plomo y Arsénico, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,329 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°34: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Plomo y Níquel, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es -0,091 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°35: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Plomo y Manganeseo, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,029 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°36: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Mercurio y Arsénico, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,0533 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°37: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Mercurio y Manganeso, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,062 lo que demuestra que no existe en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°38: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Níquel y Mercurio, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,137 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°39: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Arsénico y Níquel, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es -0,141 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°40: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Arsénico y Manganeso, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es 0,146 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

En la Figura N°41: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación de la presencia de Níquel y Manganeso, en bolsas de filtrantes de “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” expendidas en Lima Metropolitana, mediante el índice de Coeficiente de correlación de *Pearson*. El valor hallado es -0,0381 lo que demuestra que no existe correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

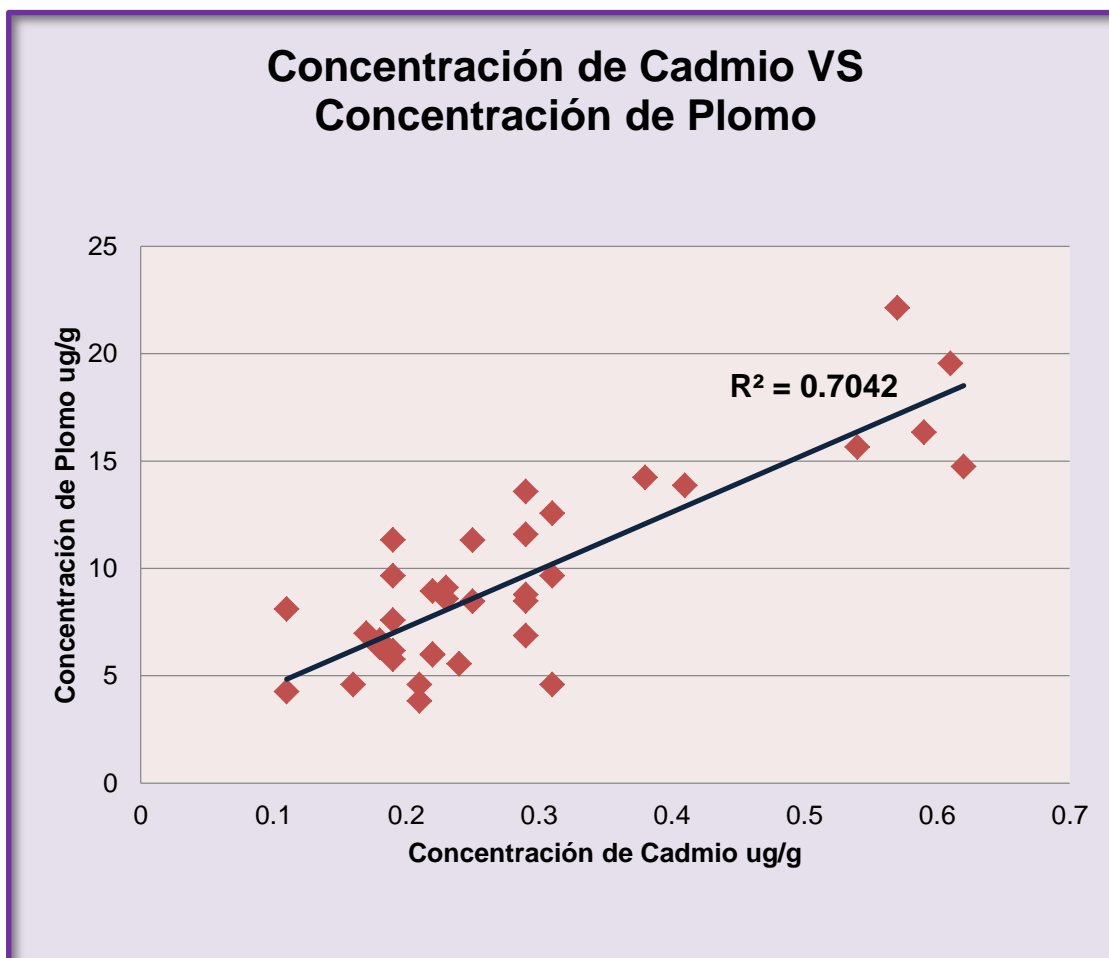


Figura 27: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y PLOMO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

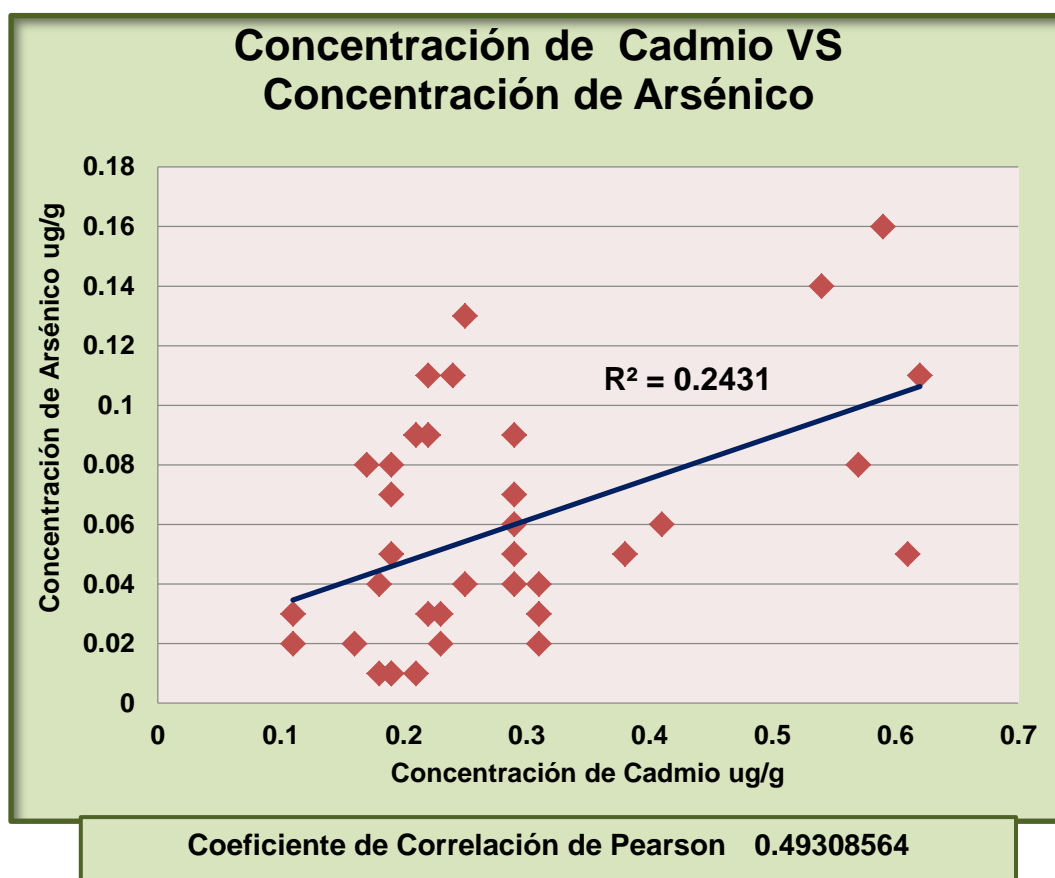


Figura 28: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y ARSÉNICO EN BOLSAS FILTRANTES “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

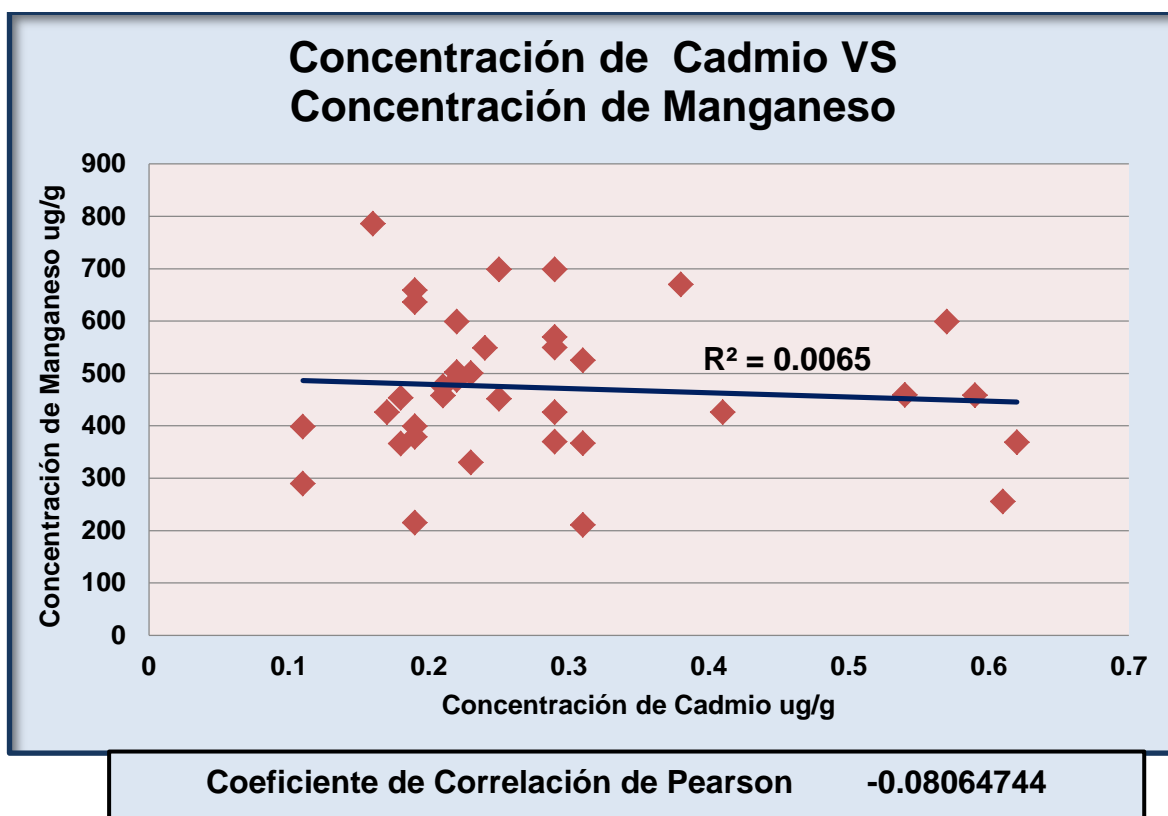


Figura 29: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

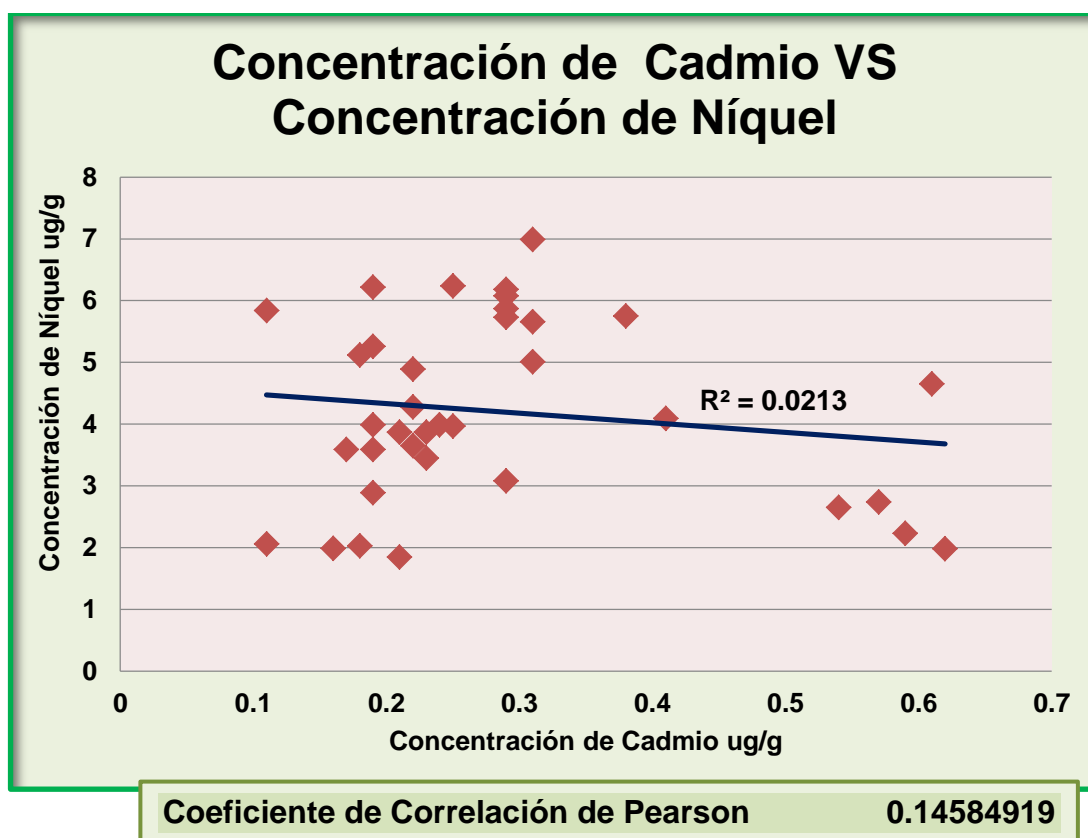


Figura 30 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y NÍQUEL EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

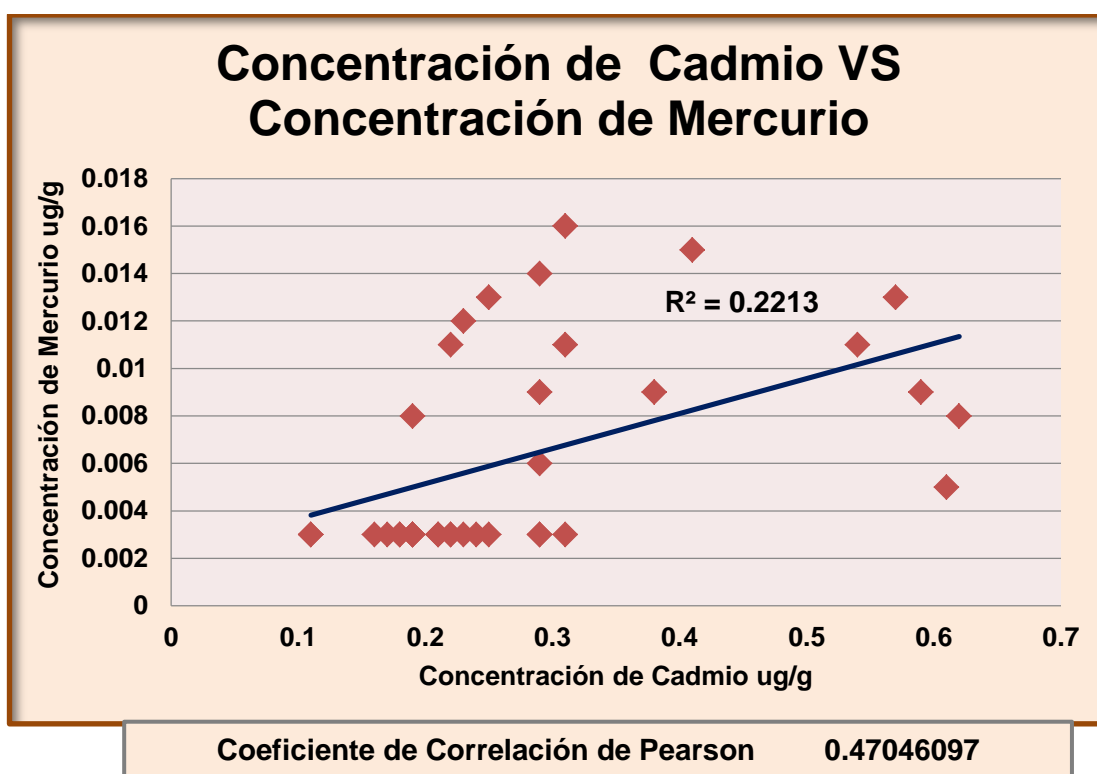


Figura 31: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO Y MERCURIO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

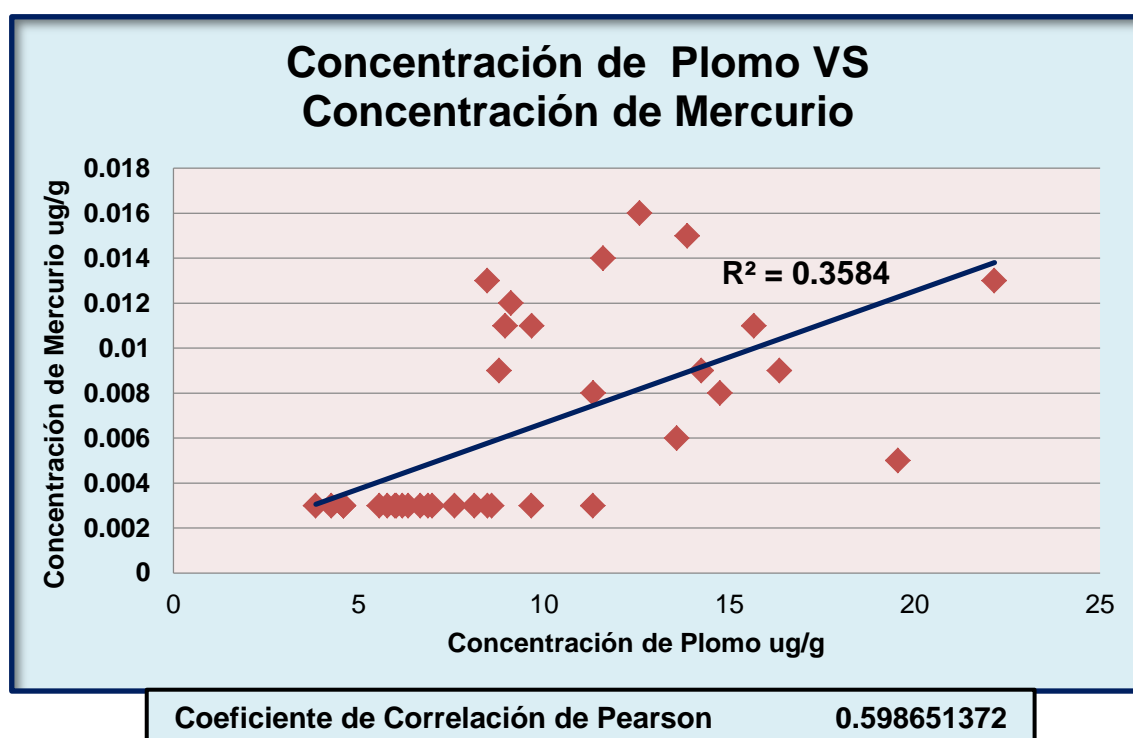
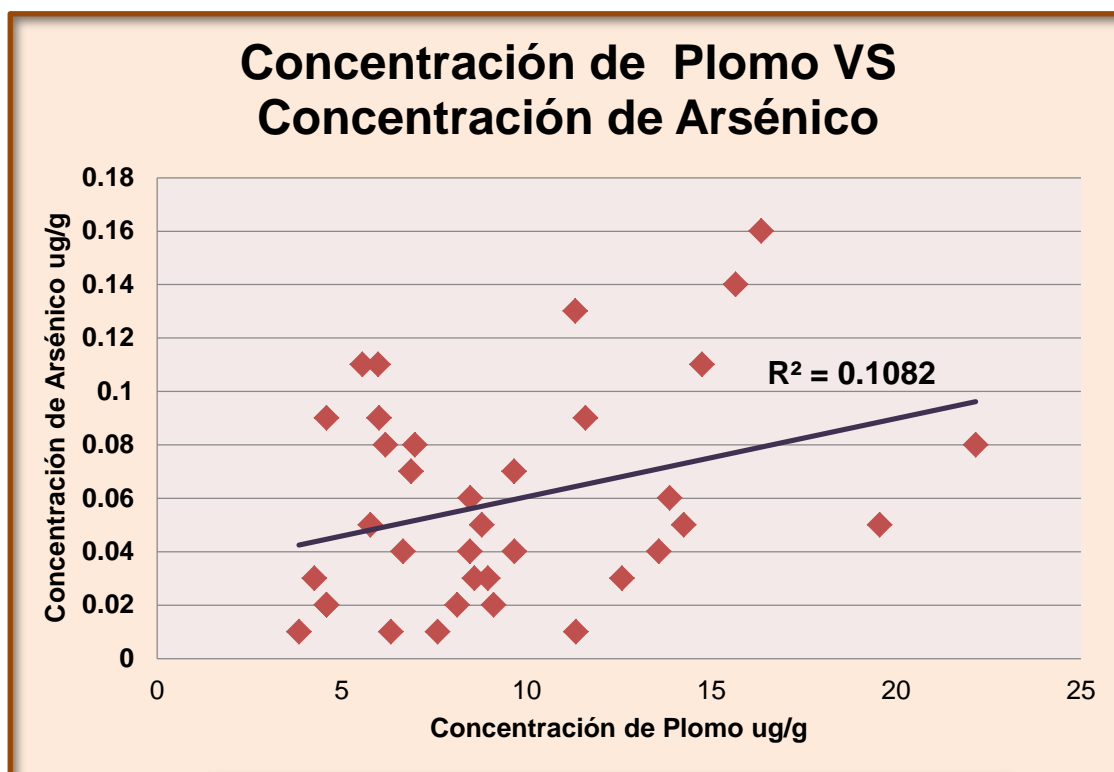


Figura 32: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE PLOMO Y MERCURIO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.



Coeficiente de Correlación de Pearson 0.328915137

Figura 33: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE PLOMO Y ARSÉNICO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

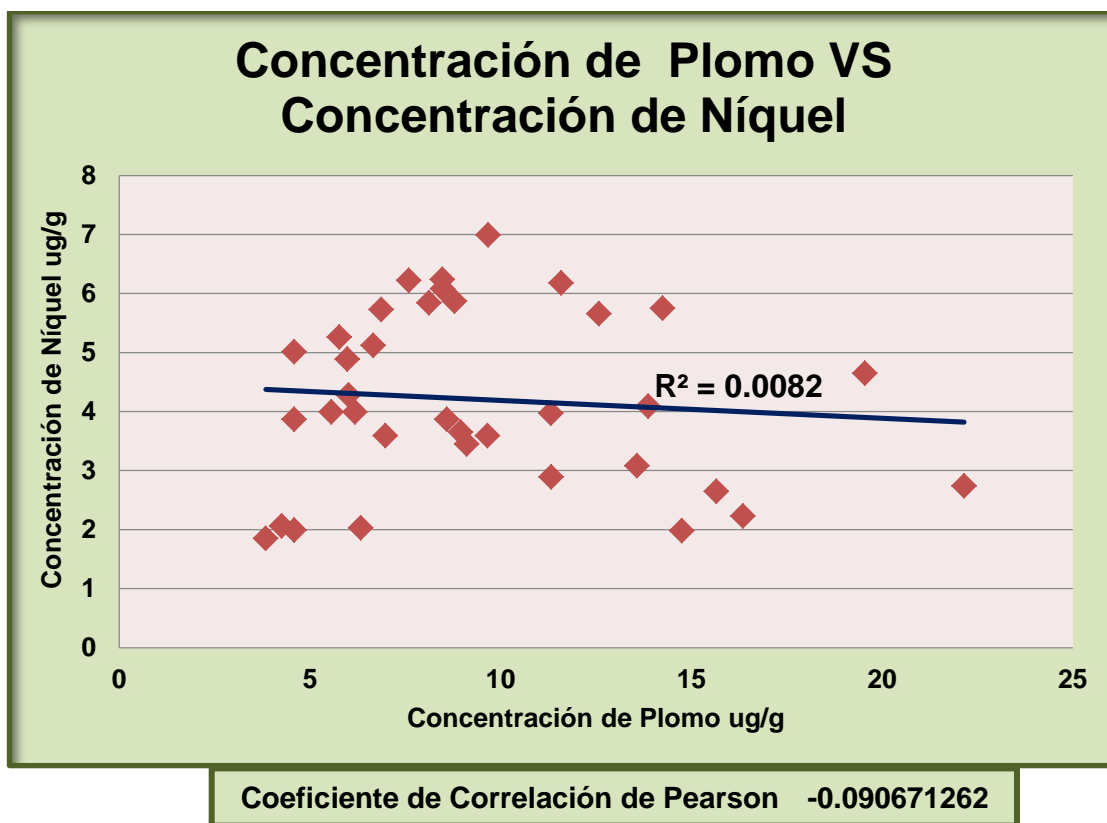


Figura 34: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE PLOMO Y NÍQUEL EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

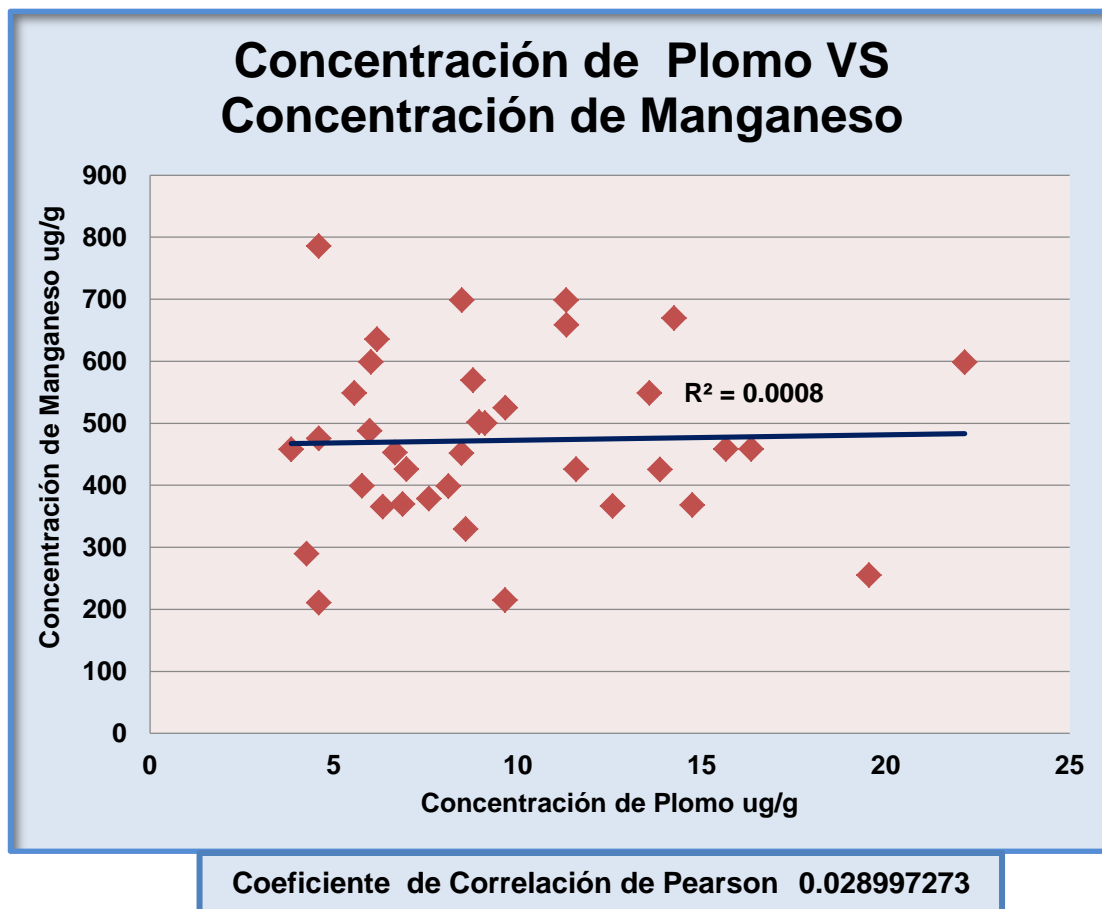


Figura 35: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE PLOMO Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

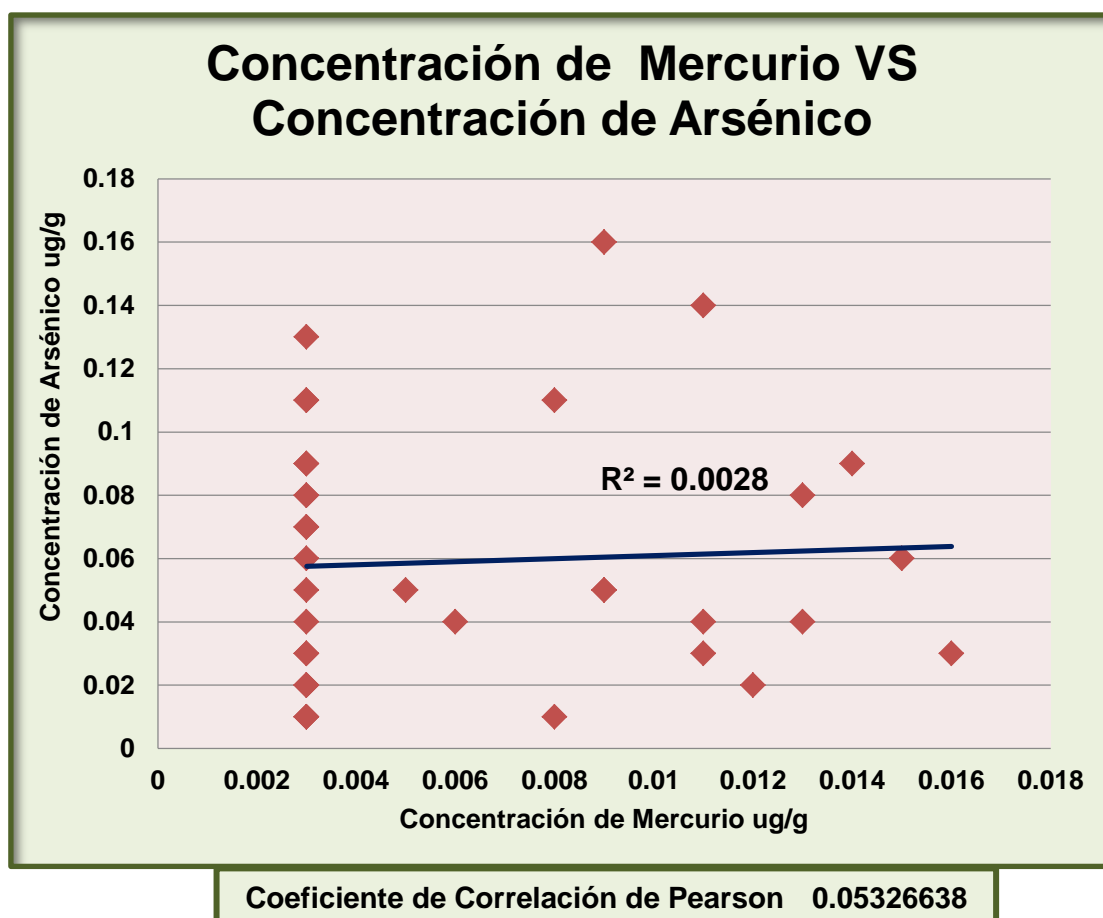


Figura 36: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE MERCURIO Y ARSÉNICO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

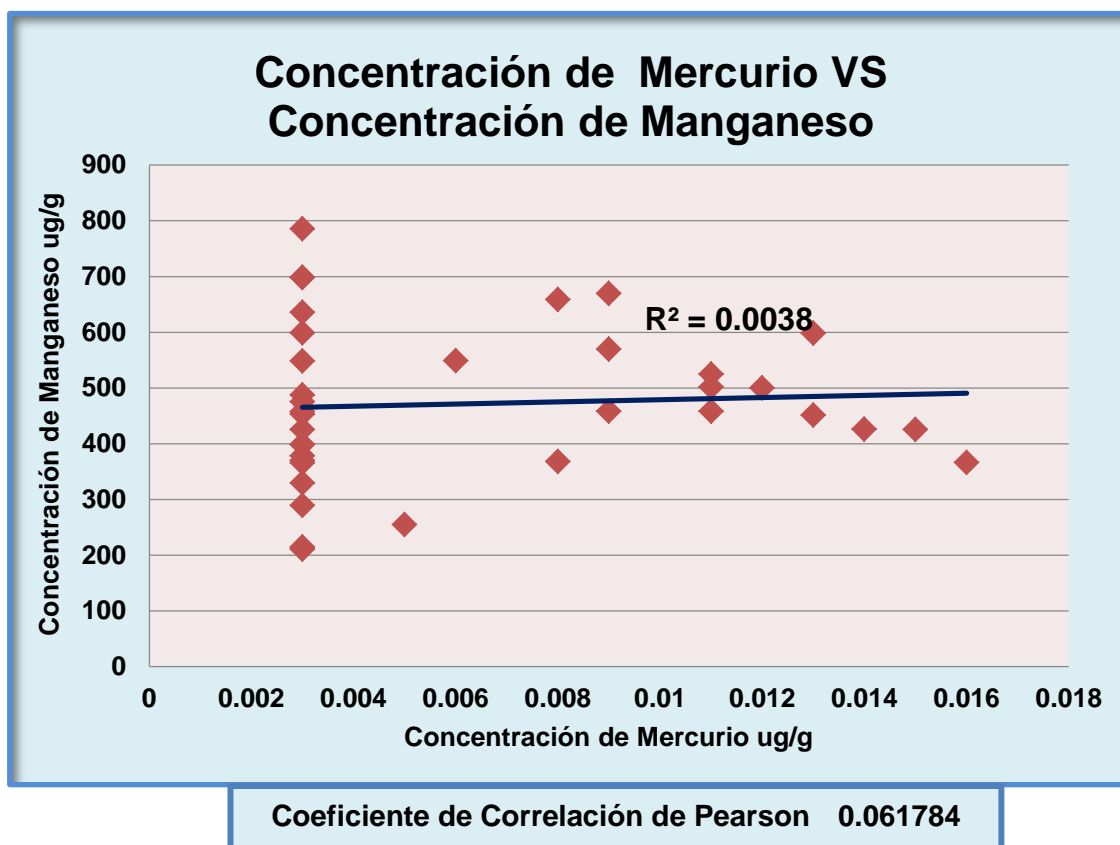


Figura 37: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE MERCURIO Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

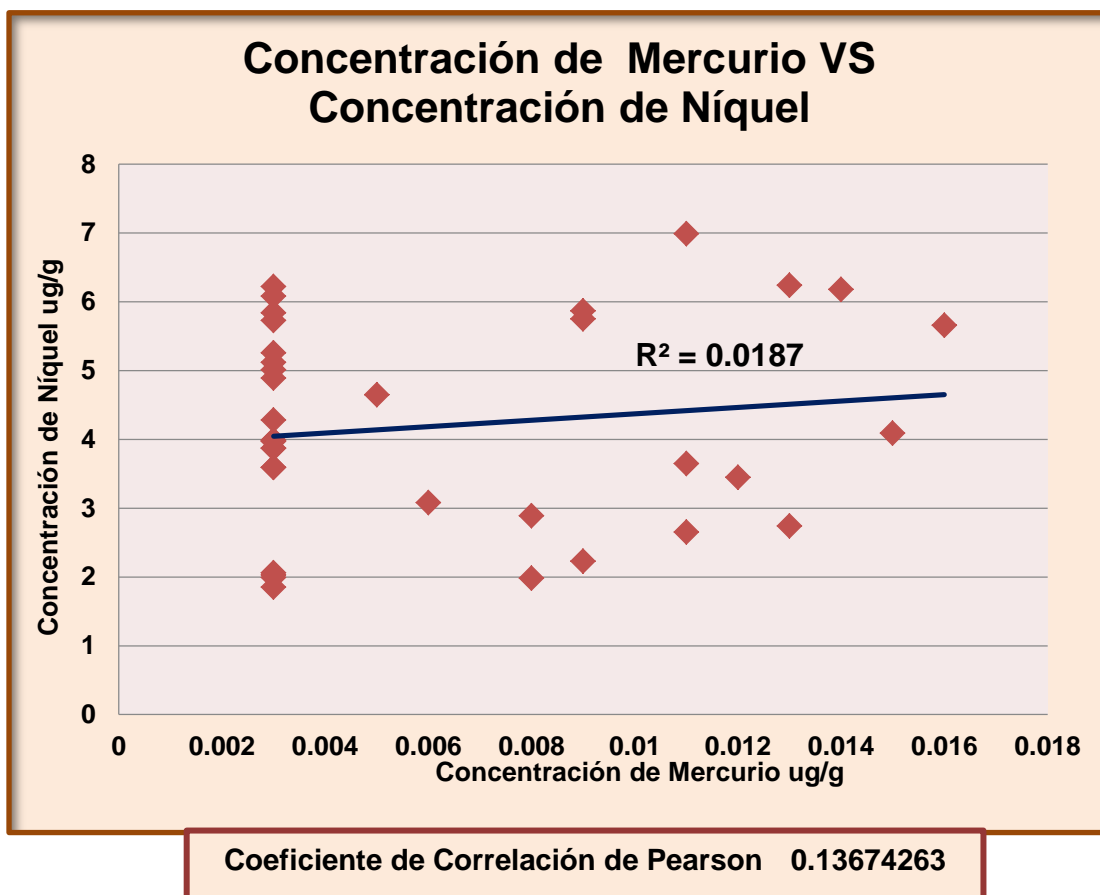


Figura 38: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE MERCURIO Y NÍQUEL EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

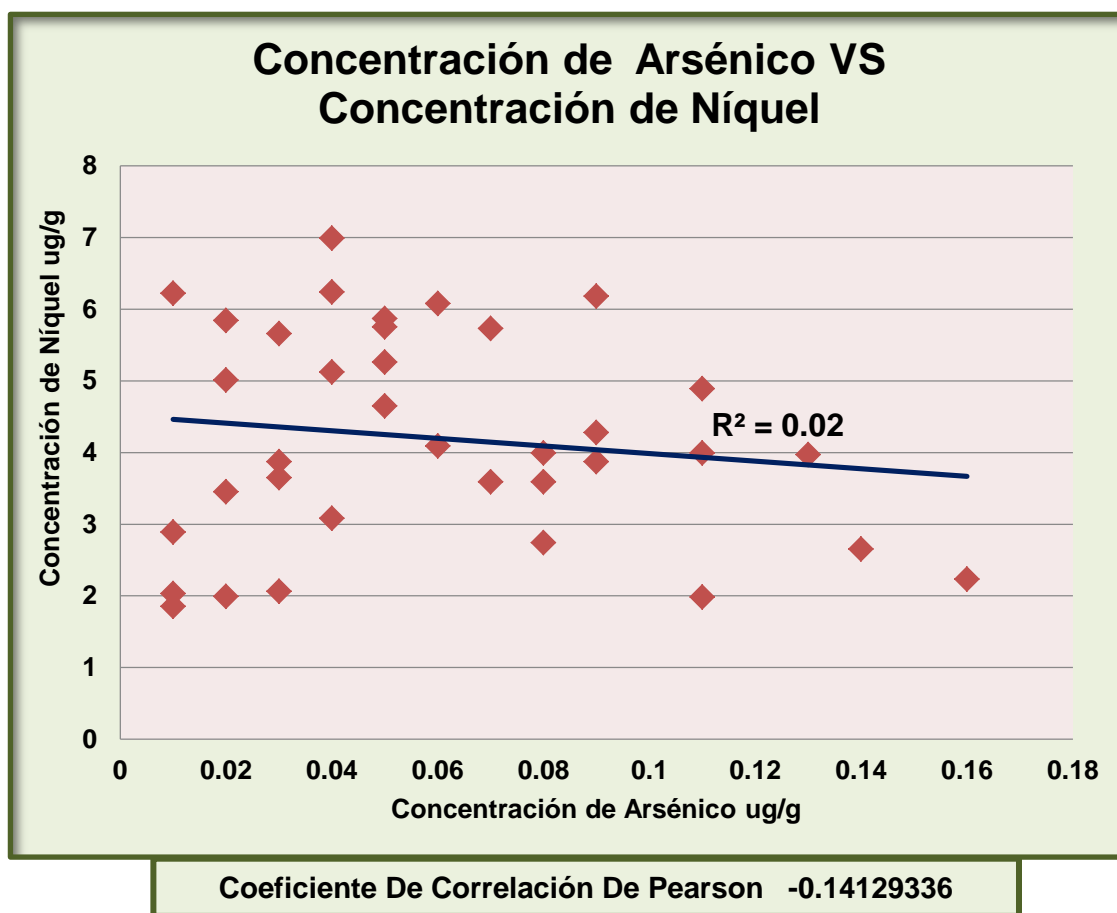


Figura 39: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE ARSÉNICO Y NÍQUEL EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

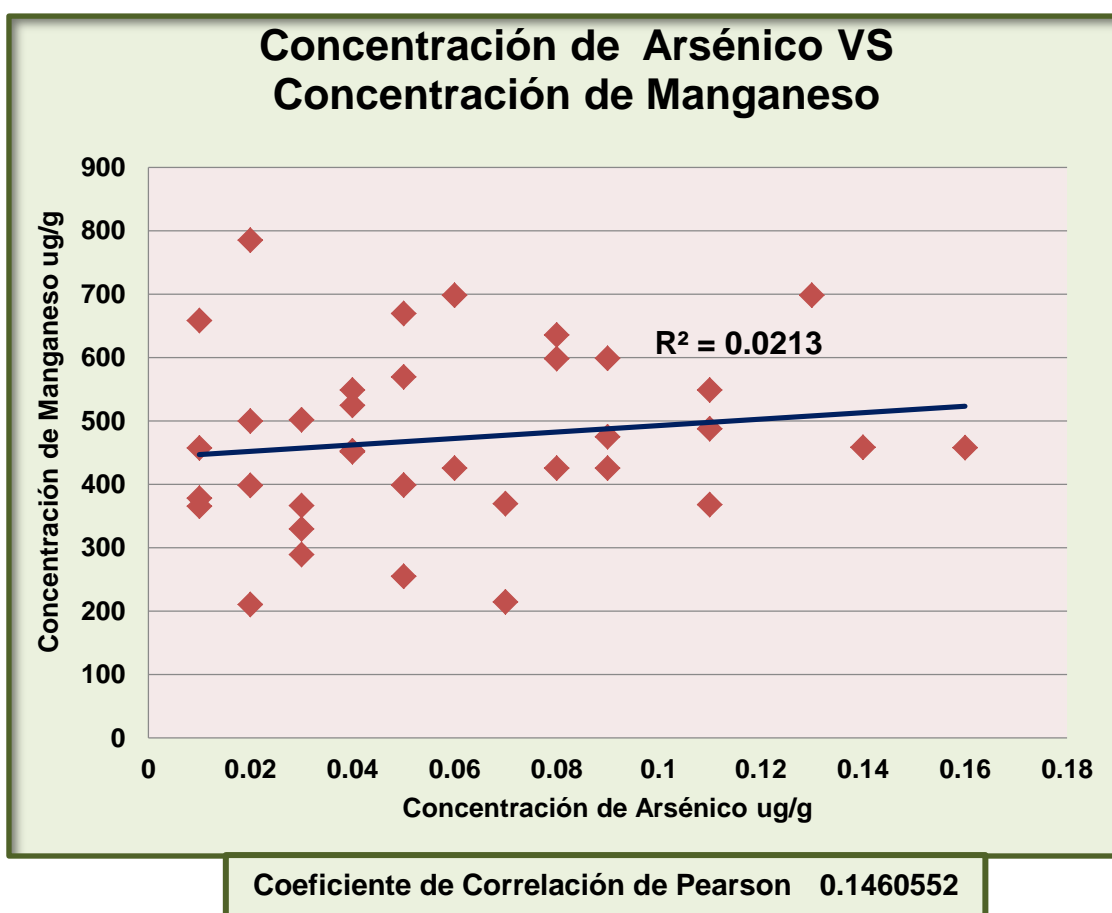


Figura 40: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE ARSÉNICO Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

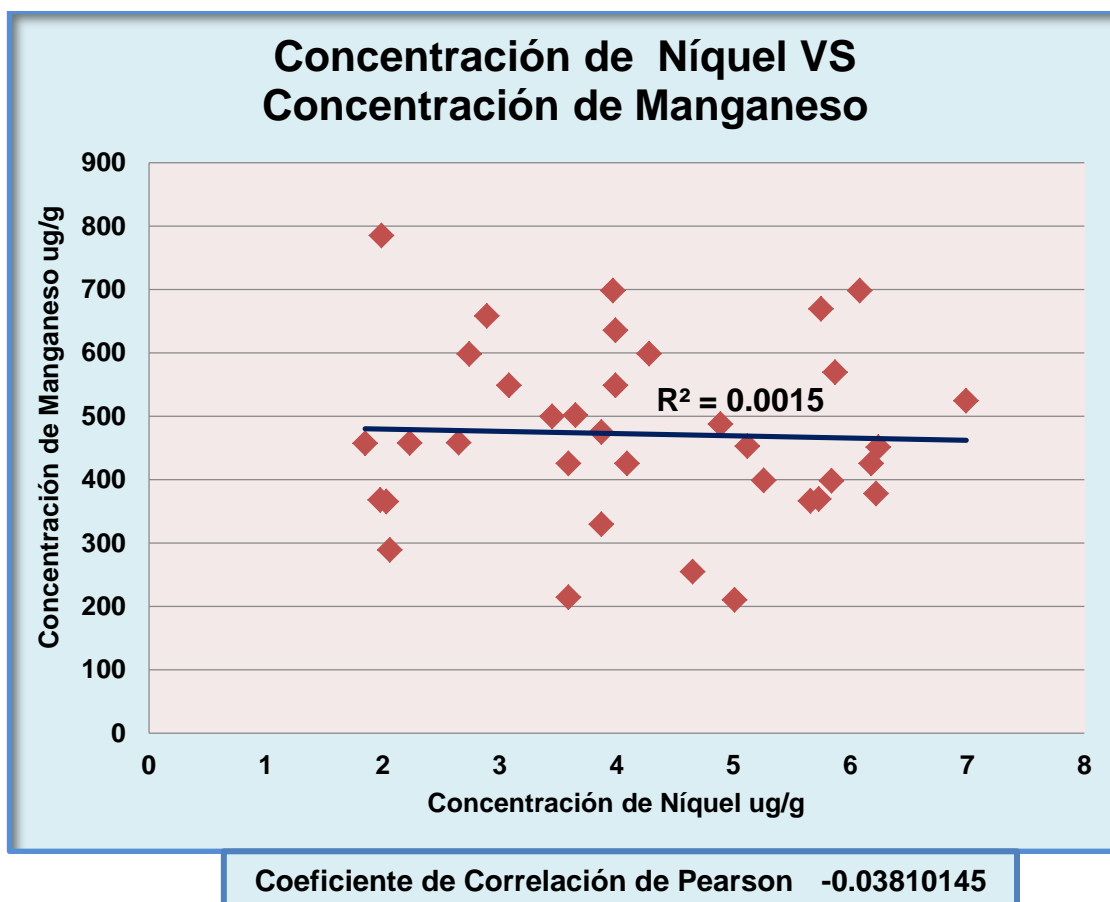


Figura 41: DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE NÍQUEL Y MANGANESO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA. Fuente: Informe Toxicológico TIT- 13 – 0040. Centro Toxicológico S.A.C. “CETOX”.

Tabla 9 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE ARSÉNICO, CADMIO, NIQUEL, MANGANESO, MERCURIO Y PLOMO EN BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde”, EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA.

METALES	VALOR DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON
Arsénico y Cadmio	0,493
Arsénico y Plomo	0,329
Arsénico y Níquel	-0,141
Arsénico y Mercurio	0,053
Arsénico y Manganeso	0,146
Cadmio y Plomo	0,839
Cadmio y Níquel	0,146
Cadmio y Manganeso	-0,081
Cadmio y Mercurio	0,470
Níquel y Manganeso	-0,0381
Níquel y Mercurio	0,137
Níquel y Plomo	-0,091
Manganeso y Mercurio	0,062
Plomo y Mercurio	0,599
Plomo y Manganeso	0,029

Fuente Propia. Septiembre 2013.

CONCLUSIONES

- De las 36 muestras de bolsitas filtrantes analizadas el promedio de las concentraciones de los metales pesados analizados fueron: Arsénico 0,06 µg/g, Cadmio 0,28 µg/g, Plomo 4,21 µg/g, Níquel 0,28 µg/g, Mercurio 0,01 µg/g; y Manganeseo 472,16 µg/g.
- El promedio hallado del Cadmio (0,28 µg/g) en la muestras analizadas no supera el valor máximo establecido por la OMS (0,3 µg/g), ni el valor máximo permitido según la Farmacopea Europea (0,5 µg/g); pero si supera el valor máximo permitido por el Codex Alimentarius (0,2 µg/g). Con respecto al Plomo la concentración media determinada (4,21 µg/g) no supera el valor máximo permitido por la OMS (10 µg/g), ni por la Farmacopea Europea (5 µg/g). El valor medio hallado del Arsénico (0,06 µg/g) no supera el valor máximo permitido por el Codex Alimentarius (0,2 µg/g). El valor medio hallado del Mercurio (0,01 µg/g) no supera el valor máximo permitido por la Farmacopea Europea (0.1 µg/g). Con respecto a las concentraciones Níquel y Manganeseo determinadas no hay valores máximo permitidos en referencias oficiales para bolsas filtrantes de hierbas para infusión.
- Con respecto a la correlación entre los metales determinada mediante el coeficiente de correlación de *Pearson* se evidencia que existe correlación entre el Cadmio y Plomo, Cadmio y Arsénico; Cadmio y Mercurio, Plomo y Mercurio.

RECOMENDACIONES

En la actualidad en el Perú no se cuenta con estudios o investigaciones sobre la presencia de metales pesados como Arsénico, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Plomo en bolsas filtrantes para infusiones. Según esto se recomienda:

Hacer una complementación de la investigación con un muestreo más numeroso relacionando las distintas marcas con los valores encontrados de metales pesados.

Realizar un trazado sobre los proveedores y el origen de la materia prima de las distintas marcas; y hacer una investigación similar para poder determinar la posible fuente u origen de contaminación por metales pesados en bolsas filtrantes para infusión de hierbas. Si está es por el mismo vegetal o por el proceso de manufactura.

Contactar o promover otras investigaciones similares para hacer el proyecto nacional o por lo menos regional sobre niveles de metales pesados en bolsitas filtrantes para infusiones de hierbas medicinales y así determinar valores máximos aceptados a nivel del Perú

Hacer un análisis relacionando las distintas hierbas para infusión con los niveles de los metales pesados estudiados para evaluar si hay una correlación entre los valores encontrados y la especie vegetal.

Realizar el análisis cuantitativo de los metales pesados en estudio sobre el producto seco, infusiones ya preparadas y envasadas e infusiones realizadas por el consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Odom D. *Camellia sinensis*. The tea plant. The Camellia Journal 2007; 18-20.
- 2) Dewivedi SK, Dey S. Medicinal herbs: a potential source of toxic metal exposure for man and animals in India. [En línea] Arch Environ Health. 57 (3) pp. 229-31. (2002) Disponible en: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?DB=pubmed>>.
- 3) World Health Organization. Regulatory situation of herbal medicines: A worldwide review. [En línea] (1998). Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/1998/WHO_TRM_98.1.pdf
- 4) World Health Organization. WHO monographs on selected medicinal plants. [En línea] Volume 1. Geneva. (1999). Disponible en: <http://whqlibdoc.who.int/publications/1999/9241545178.pdf>
- 5) CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. FAO/WHO. Food Standards Program. Nineteenth Session. 1991. Herbal drugs. Pharmeuropa.2008: 1433
- 6) Sánchez EP, Ribero VM, Restrepo GJ. Toxicidad hepática por “té verde” (*Camellia sinensis*): Rev. colomb. gastroenterol; 28(1):46-52, ene.-mar. 2013.
- 7) Acosta de la Luz L. Las plantas aromáticas y medicinales, alternativa terapéutica y socioeconómica de los países en desarrollo. [En línea]. Conferencia impartida en III Seminario Internacional del Grupo de Estudios Comparativos Euroafricanos y Euro latinoamericanos. Universidad de La Habana. (1998) Disponible en: <http://www.herbotecnia.com.ar/c-articu-005.html>
- 8) Bruneton J. Elementos de fitoquímica y de farmacognosia. Zaragoza: 2da Ed.: Acribia SA, 2001.

- 9)** Pérez León D. Manual de Fitoterapia. [monografía en Internet]. Madrid: Instituto Biológico; 2003 [acceso 19 de julio 2013]. Disponible en:
<http://www.institutobiologico.com/downloads/Manual%20de%20Fitoterapia.pdf>
- 10)** Ipsos APOYO. Opinión y Mercado. Liderazgo en productos comestibles 2012. [En línea]. Informe Gerencial de Marketing. Disponible en: http://www.ipsos-apoyo.com.pe/marketingdataplus/download_public.php?
- 11)** Bempah C; Boateng J. Heavy metals contamination in herbal plants from some ghanaian markets. Journal of Microbiology, Biotechnology. 2012/13; 2: 886-896
- 12)** Caldas ED, Machado LL. Cadmium, mercury and lead in medicinal herbs in Brazil. [En línea] Food and Chemical Toxicology 42. pp. 599-603 (2004). Disponible en: <http://www.unb.br/fs/far/tox/publicacoes/fct2004.pdf>
- 13)** De Smet PA., Keller K., Hänsel R. and Chandler RF. Adverse effects of herbal drugs. Volume 1. pp. 34-72. Springer-Verlag. (1996)
- 14)** Chan K. Some aspects of toxic contaminants in herbal medicines. [En línea] Chemosphere 52 (9) pp. 1361-71. (2003). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?DB=pubmed>
- 15)** Salahinejad M, Aflaki F. Toxic and essential mineral elements content of black tea leaves and their tea infusions consumed in Iran. Biol Trace Elem Res. 2010 Apr;134(1):109-17.
- 16)** Gentscheva GD, Stafilov T, Ivanova EH. Determination of some essential and toxic elements in herbs from Bulgaria and Macedonia using atomic spectrometry. Eurasian Journal of Analytical Chemistry, vol. 5, no. 2, pp. 104–111, 2010.

- 17)**Schönthal AH. Adverse effects of concentrated green tea extracts. *Mol Nutr Food Res.* 2011; 55(6): 874-885.
- 18)**Alcalá JJ, Ávila CC, Rodríguez OJ, Hernández MA, Beltrán MF, Rodríguez FH. Metales pesados como indicador de impacto de un sistema ecológico fragmentado por usos de suelo, San Luis Potosí, México. *Rev. FCA UNCUIYO.* 2012. 44(2): 15-29
- 19)**Gasser U, Klier B, Kühn A, Steinhoff B. Current Findings on the Heavy Metal Content in Herbal Drugs. *Pharmeuropa Scientific Notes.* 2009
- 20)**World Health Organization. Herbs for health, but how safe are they? [En línea] New features. *Bulletin of the World Health Organization.* 79 (7). (2001) Disponible en: <[http://www.who.int/bulletin/archives/79\(7\)691.pdf](http://www.who.int/bulletin/archives/79(7)691.pdf)>
- 21)**Kabelitz L. and Sievers H. Contaminants of medicinal and food herbs with a view to EU regulations. [En línea] *Innovations in Food Technology.* (2004) Disponible en: <http://www.phytolab.de/media/Phy_INFT.pdf>
- 22)**Kuklinski C. *Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Editorial Omega. Barcelona, 2000
- 23)**Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Determinación de arsénico, de sus compuestos en forma particulada y de vapores trióxido de arsénico en aire - Método de generación de hidruros / Espectrofotometría de absorción atómica. Edición 2012. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_035_A96.pdf
- 24)**Johnston R, Hug SJ, Inauen J, Khan NI, Mosler HJ, Yang H. Enhancing arsenic mitigation in Bangladesh: Findings from institutional, psychological, and technical investigations. *Sci Total*

- Environ. 2013 Dec 27. pii: S0048-9697(13)01447-2. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.143.
- 25)**Elmahi AY, Niu C, Li W, Li D, Wang GJ, Hao SS, et al. Effects of Arsenic Trioxide Alone and in Combination with Bortezomib in Multiple Myeloma RPMI 8266 Cells. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2013;14(11):6469-73.
- 26)**Kwok KC, Koong LF, Chen G, McKay G. Mechanism of arsenic removal using chitosan and nanochitosan. *J Colloid Interface Sci*. 2014 Feb 15;416:1-10. doi: 10.1016/j.jcis.2013.10.031. Epub 2013 Oct 29.
- 27)**U.S. Environmental Protection Agency. Cadmium compounds. [En línea] (2000) Disponible en: <<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/cadmium.html>>.
- 28)**Nordberg G., Jin T., Leffler P., Svensson M., Zhou T., y Nordberg M. Metallothioneins and diseases with special reference to cadmium poisoning. [En línea]. *Analisis*. 28. No. 5. (2000). Disponible en: <http://www.edpsciences.org/articles/analisis/pdf/2000/05/an1959.pdf>
- 29)** Godt J., Scheidig F., Grosse-Siestrup C., Esche V., Brandenburg P., Reich A., et al. The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. [En línea] *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 1:22. (2006). Disponible en: <http://www.occup-med.com/content/1/1/22>
- 30)** Ramírez U. Toxicología del Cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. *Anales la facultad de medicina* [en línea] 2002. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bVrevistas/anales/v63_n1/pdf/toxicologia_Cadmio.pdf.
- 31)**Dewivedi SK, Dey SA. Medicinal herbs: a potential source of toxic metal exposure for man and animals in India. [En línea] *Arch Environ*

- Health. 57 (3) pp. 229-31. (2002) Disponible en: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?DB=pubmed>>
- 32)** Gurib-Fakim, A. Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine*. 27 1-93. (2006).
- 33)** Lidén C. Nickel allergy following EU regulation--more action is needed. *Br J Dermatol*. 2013 Oct;169(4):733.
- 34)** Gunnar N. Metales: propiedades químicas y toxicidad. [En línea] En: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 4a Edición. Organización Internacional del Trabajo. Capítulo 63. pp. 63.39-63.44 (2001). Disponible en: <<http://www.ilo.org/public/spanish/index.htm>>
- 35)** Curtis DK, Watkins JB. Casarett & Doull Manual de Toxicología: La Ciencia Básica de los Tóxicos. 5ta (2001). Ed. Mc Graw Hill.
- 36)** Dobson AW, Erikson KM, Aschner M. Manganese neurotoxicity. *Ann N Y Acad Sci* 2004;1012:115-28.
- 37)** Powers KM, Smith-Weller T, Franklin GM, et al. Parkinson's disease risks associated with dietary iron, manganese, and other nutrient intakes. *Neurology* 2003;60:1761-6.
- 38)** Lee JW. Manganese intoxication. *Arch Neurol* 2000;57:597-9
- 39)** Višnjevec AM, Kocman D, Horvat M. Human mercury exposure and effects in Europe. *Environ Toxicol Chem*. 2013 Dec 4.
- 40)** Rooney JP. The retention time of inorganic mercury in the brain - A systematic review of the evidence. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2013 Dec 22. pii: S0041-008X(13)00564-4.
- 41)** Liu CF, Wu CX, Rafiq MT, Aziz R, Hou DD, Ding ZL. Accumulation of mercury in rice grain and cabbage grown on representative Chinese soils. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2013 Dec;14(12):1144-51.

- 42)** Young-Jin S. Mercury. In: Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, et al, eds. Goldfrank's Toxicologic Emergencies. 8th ed. New York, NY: McGraw Hill; 2006:chap 96.
- 43)** Baum CR. Mercury: Heavy metals and inorganic agents. In: Shannon MW, Borron SW, Burns MJ, eds. Haddad and Winchester's Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose. 4th ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier; 2007:chap 71.
- 44)** Rubio C., Gutierrez AJ, Izquierdo RE, Revert C., Lozano G. y Hardisson A. El plomo como contaminante alimentarius [En línea] Asociación Española de Toxicología. Revista de toxicología. 21: 72-80. (2004) Disponible en: <http://tox.umh.es/aetox/index.htm>
- 45)** National Toxicology Program. Lead and lead compounds. [En línea] Report on Carcinogens. Background Documents & Public Comments for the Nominations to the 11th RoC (2004) Disponible en: <<http://ntp.niehs.nih.gov/index.cfm?objectid=03CA0BBE-9561-1E86-6438319191108C7E>>
- 46)** Agency for Toxic Substance and Disease Registry. Toxicological profile for lead. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. (2005). Disponible en: <<http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts13.pdf>>
- 47)** Ferrer, A. Intoxicación por metales. [En línea] ANALES Sis San Navarra 26 (Supl. I): 141-153. (2003). Disponible en: <http://wwwscielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s1/ocho.pdf>
- 48)** Mauss E. A. Lead poisoning: the continuing epidemic. [En línea] Child and Adolescent Social Work Journal.Vol. 10. no. 5. (1993). Disponible en: <<http://www.springerlink.com/content/q14pww3384032647/fulltext.pdf>>
- 49)** Valdivia M. Intoxicación por Plomo. Rev. Soc. Per. Med. Inter. [en línea]. 2005 18(1):22-27. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rspm/v18n1/a05v18n1.pdf>

- 50)** National Toxicology Program. Lead and lead compounds. [En línea] Report on Carcinogens. Background Documents & Public Comments for the Nominations to the 11th RoC (2004) Disponible en: <<http://ntp.niehs.nih.gov/index.cfm?objectid=03CA0BBE-9561-1E86-6438319191108C7E>>
- 51)** Mongolu S, Sharp P Acute abdominal pain and constipation due to lead poisoning. *Acute Med.* 2013;12(4):224-6.
- 52)** World Health Organization. Quality control methods for medicinal plant materials. [En línea] Revised draft updated. (2005) Disponible en: http://www.who.int/medicines/services/expertcommittees/pharm-prep/QAS05_131Rev1_QCMethods_Med_PlantMaterialsUpdateSept05.pdf
- 53)** Espectroscopia atómica-El Principio analítico- Merck Millipore. [en línea]. Disponible en: http://www.merckmillipore.es/chemicals/the-analytical-principle/c_K2eb.s1OFCYAAAE dye1RbT2M?CountryName=Spain
- 54)** Espectroscopia de emisión y absorción atómica. Vol. 7 pág. 7.1-7.7. [en línea]. URL disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8252/4/T7Abasorc.pdf>
- 55)** Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Electrothermal atomic absorption spectrometric method. Metals. Part 3000. 3113 B. pp. 27-32. 21st edition. (2005a).
- 56)** Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Quality control. Quality assurance. Introduction. Part 1000. 1020 B. pp. 5-12. 21st edition. (2005b).
- 57)** Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Quality assessment. Quality assurance. Introduction. Part 1000. 1020 C. pp. 12. 21st edition. (2005c).

ANEXOS

CUADRO DE MUESTREO DE LAS BOLSAS FILTRANTES DE “té”, “anís”, “manzanilla”, “hierba luisa” y “té verde” EXPENDIDAS EN LIMA METROPOLITANA-2013

N° Muestra	Marca	Variedad	N° de lote
1	Herbi	“té”, Canela y clavo	1063453
2	Herbi	Relax “té” (“hierba luisa”, “manzanilla”)	1062453
3	Herbi	“manzanilla”	1062583
4	Herbi	“anís”	1062343
5	Herbi	“hierba luisa”	1062323
6	McColins	“té” puro	10623453
7	McColins	“manzanilla”	10623563
8	Bell’s	“hierba luisa”	1061343
9	Bell’s	“té”, “canela” y “clavo”	1061363
10	Lipton	“té negro”,	1061123
11	Lipton	“té verde”	1061113
12	Lipton	“té negro”	1061153
13	Lipton	“manzanilla”	1061163
14	Del Valle	“anís”	1061003
15	Del Valle	“té” Puro	1061363
16	Tottus	“té” Puro	1061053
17	Tottus	“hierba luisa”	1061043

N° Muestra	Marca	Variedad	N° de lote
18	Tottus	“té”, “canela” y “clavo”	1061003
19	Tottus	“anís”	1061013
20	Tottus	“té verde”	1061033
21	Hornimans	“hierba luisa”	1061223
22	Hornimans	“té” puro	1061213
23	Hornimans	“manzanilla”	1061213
24	Hornimans	“té negro”	1061233
25	Hornimans	“té verde”	1061233
26	Hornimans	“té” limón	1061233
27	Hornimans	“anís”	1061263
28	Hornimans	Infu-Línea (“manzanilla”, “sen”)	1061003
29	Wawasana	Mujer (“manzanilla”, “anís”, “malva”, “canela”)	1060343
30	Wawasana	Digestivo (“manzanilla”, “anís”, “cedrón”)	1060343
31	Wawasana	Relax (“hierba luisa”)	1060453
32	Wawasana	Laxante (“anís”, “manzanilla”, “sen”, “borraja”)	1060683
33	Wawasana	“anís”	1060763
34	Wawasana	“té”, “canela” y “clavo”	1061013
35	Wawasana	“té verde”	1061323
36	Wawasana	“manzanilla”	1061393